

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КАФЕДРА СИСТЕМОТЕХНІКИ І ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

Худолей Г.М.

“ ” 2020 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЕКТ

на тему:

"Автоматизація технологічного процесу очищення окислів азоту"

Керівник проекту

О.О. Андрусенко

Проектант:

студент групи СУЗт-61Ш

М.В. Грандецький

Шостка – 2020

Ном. поз.	Формат.	Обозначение			Наименование	Кол. листов	Кол. экз.	Примечание
					<u>Документація загальна</u>			
					<u>Застосована</u>			
1	A4				Завдання кафедри	1	1	
					<u>Новорозроблена</u>			
2	A4	ТЗ			Технічне завдання	3	1	
3	A4				Реферат	1	1	
4	A4	СУзт-61Ш.6.015101.01.ПЗ			Пояснювальна записка	62	1	
					<u>Документація конструкторська</u>			
5	A1	СУзт-61Ш.6.015101.01.A2			Схема функціональна	1	1	
6	A1	СУзт-61Ш.6.015101.01.ЭЗ			Схема електрична принципова	1	1	
					<u>Документація щодо плакатів</u>			
					<u>Новорозроблена</u>			
7	A1				Інформаційно-матеріальні потоки	1	1	
8	A1				Алгоритм роботи системи	1	1	
9	A1				Розрахункова частина	1	1	
					СУзт-61Ш.6.015101.01.ВД			
Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Автоматизация технологического процесса очищения окислов азота Відомість проекту	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Грандецький М.В.						
Провер.		Андрусенко О.О.					2	69
Реценз.						III СумДУ		
Н. Контр.								
Утверд.		Худолей Г.М.						

РЕФЕРАТ

Грандецкий Максим Валерьевич. Автоматизация технологического процесса очистки окислов азота. Дипломный проект. Шосткинский институт Сумского государственного университета. Шостка, 2020 год.

Дипломный проект содержит 62 листа пояснительной записки, с учетом 41 рисунка, 15 таблиц; конструкторскую документацию, которая содержит 2 чертежа; 3 демонстрационных плаката.

Разработано техническое задание. Разработана автоматизация технологического процесса очистки окислов азота на базе программируемого логического контроллера ОВЕН ПЛК160. Разработан алгоритм управления. Удовлетворительное качество процесса очистки окислов азота подтверждено результатами моделирования на ЭВМ.

Ключевые слова: технологический процесс, система управления, регулирующий микропроцессорный контроллер, алгоритм управления, регулируемый параметр.

РЕФЕРАТ

Грандецький Максим Валерійович. Автоматизація технологічного процесу очищення окислів азоту. Дипломний проект. Шосткинський інститут Сумського державного університету. Шостка, 2020 рік.

Дипломний проект містить 62 аркушів пояснювальної записки, з урахуванням 41 рисунка, 15 таблиць; конструкторську документацію, яка містить 2 креслення; 3 демонстраційні плакати.

Розроблено технічне завдання. Розроблено автоматизацію технологічного процесу очистки окислів азоту на базі програмованого логічного контролера ОВЕН ПЛК160. Задовільна якість процесу очистки окислів азоту підтверджена результатами моделювання на ЕОМ.

Ключові слова: технологічний процес, система управління, регулюючий мікропроцесорний контролер, алгоритм управління, регульований параметр.

SUMMARY

Hrandetskyi Maksym Valerevich. Automation of the technological process of purification of nitrogen oxides. Diploma project. Shostka institute of the Sumy state University. Shostka, 2020 year.

A diploma project is contained by 62 leaves of explaining message, taking into account 41 pictures, 15 tables; designer document which contains 2 drafts; 3 demonstration posters.

The specification is developed. The automation of the technological process of purification of nitrogen oxides on the basis of the programmable logical controler PLK160 is developed. The algorithm of management is developed. Satisfactory quality of process of purification of nitrogen oxides is confirmed with results of modeling on EVM.

Keywords: technological process, control system, the regulating microprocessor controler, the control algorithm, the adjustable parameter.

ЗАТВЕРДЖУЮ

Зав. кафедри

Худолей Г.М.

“ ” 2020 р.

ТЕХНІЧНЕ ЗАВДАННЯ

на проектування автоматизації технологічного процесу очищення окислів азоту

Проектував:

Студент групи СУзт-61Ш

М.В. Грандецький

Погоджено:

Керівник проекту

О.О. Андрусенко

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ

1. Разработать автоматизацию технологического процесса очистки окислов азота.

2. Основания для разработки

Задание кафедры на дипломный проект.

3. Цель и назначение разработки

Целью данной разработки является создание автоматизации технологического процесса очистки окислов азота.

Ожидаемые цели реализации данного проекта:

- повышение эффективности технологического процесса;
- повышение уровня безопасности ведения технологического процесса, снижение аварийности;
- улучшение условий труда персонала;
- сокращение времени поиска и устранения неисправностей;
- повышение технико-экономических показателей за счет применения современных методов управления технологическим процессом, а также использование новейших средств автоматизации;
- снижение энергетической нагрузки.

Данная разработка и результаты проектирования могут быть использованы для автоматизации технологического процесса очистки окислов азота на промышленных предприятиях и производствах.

4. Источники для разработки

Отчет по производственной практике. Регламент. Руководство по эксплуатации.

5. Режимы работы объекта

Технологический процесс очистки окислов азота является непрерывным производством согласно действующего регламента производства 24 часа в сутки, 7 дней в неделю, круглосуточный режим работы.

6. Условия эксплуатации

Питание технологических установок осуществляется от цеховой сети переменного тока с напряжением 380 В.

Автоматизация технологического процесса очистки окислов азота является непрерывным производством согласно действующего регламента производства 24 часа в сутки, 7 дней в неделю. Окружающая среда должна быть не взрывоопасной, не содержать пыли в концентрациях, нарушающей работу электрооборудования, а также не содержать агрессивных паров и газов, разрушающих металл и изоляцию. Условия эксплуатации автоматизированного технологического процесса очистки окислов азота представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Условия эксплуатации системы автоматизированного технологического процесса очистки окислов азота

	Климатические условия			Механические условия	
Наименование и характеристика помещения	Температура, °С	Влажность, %	Запыленность, г/м ³	Амплитуда и частота вибрации, Гц	Наличие колебаний
Производственное помещение	22...25°С	60...85%	-	-	-
Щитовая	22...25°С	60...85%	-	-	-
Операторская комната	22...25°С	40...60%	-	-	-

АСУТП должна быть рассчитана на непрерывный круглосуточный режим работы.

Виды, периодичность и регламент обслуживания технических средств должны быть указаны в соответствующих инструкциях по эксплуатации.

Расположение технических средств АСУТП должно быть рациональным как с точки зрения монтажных связей между ними, так и удобства и безопасности их эксплуатации и обслуживания.

7 Технические требования

Автоматизированный технологический процесс очистки окислов азота должен обеспечивать:

- ведение технологического процесса на основе автоматического контроля технологических параметров;
- снижение трудоемкости при измерении и управлении технологическими параметрами;
- визуализацию параметров технологического процесса и аварийных ситуаций;
- автоматическое управление исполнительными механизмами;
- безаварийный пуск/останов и переключение технологического оборудования;
- предотвращение развития аварийных ситуаций и обеспечение безопасного завершения процесса по заданному алгоритму;
- прием информации с верхнего уровня системы управления и формирование управляющих воздействий на исполнительные механизмы.

В состав процесса должны входить:

- узел управления на базе программируемого контроллера;
- АРМ на базе ПК с соответствующим программным обеспечением.

Программное обеспечение должно предотвращать возникновение отказов в выполнении функций АСУТП при отказах технических средств и при ошибках персонала, участвующего в выполнении этой функции, либо должно обеспечить перевод отказов, ведущих к большим потерям, в отказы, сопряженные с меньшими потерями.

Средства автоматизации, которые используются в данной установке, должны быть

современными и легкодоступными на рынке. Также необходимо учесть наличие взрывоопасных и агрессивных сред.

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ШОСТКИНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
СУМСЬКОГО ДЕРЖАВНОГО УНІВЕРСИТЕТУ
КАФЕДРА СИСТЕМОТЕХНІКИ І ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

до дипломного проекту на тему:

«Автоматизація технологічного процесу очищення окислів азоту»

Керівник проекту

О.О. Андрусенко

Проектант:

студент групи СУзт-61Ш

М.В. Грандецький

Шостка – 2020

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ.....	10
ВВЕДЕНИЕ.....	11
1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ.....	13
2. ВЫБОР КАНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ, СИГНАЛИЗАЦИИ И БЛОКИРОВКИ.....	18
3. ВЫБОР СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ, РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ И ЗАЩИТЫ И АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ.....	23
4. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ.....	53
ВЫВОДЫ.....	68
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	69

					СУЗТ-61Ш.6.015101.01.ПЗ		
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата			
Разраб.		Гранецкий М.В.			Автоматизация технологического процесса очистки окислов азота Пояснительная записка	Лит.	Лист
Провер.		Андрусенко О.О.					9
Реценз.						ШИ СумГУ	
Н. Контр.							
Утверд.		Худолей Г.М.					
						Листов	69

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

ТП – технологический процесс.

УПБ – усилительно-преобразующий блок.

КУ – корректирующее устройство.

РО – регулирующий орган.

Д – датчик.

АСУ ТП – автоматизированная система управления технологическим процессом.

ПЧ – преобразователь частоты.

ПЛК – программируемый логический контролер.

ПК – персональный компьютер.

					СУЗТ-61Ш.6.015101.01.ПЗ	Лист
						10
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

ВВЕДЕНИЕ

В преобладающем большинстве производств в химической промышленности применяющиеся растворители являются вспомогательными веществами, так как обычно готовый продукт в своем составе растворителя не содержит, или содержит в незначительном количестве. При изготовлении той или иной продукции преобладающая часть применяющихся растворителей или теряется испарением в окружающую атмосферу, или на этих производствах предусматриваются специальные операции для удаления из продукции содержащихся растворителей. Следовательно, потери растворителей являются безвозвратными, что повышает стоимость выпускаемой продукции. Такое непроизводительное расходование растворителей сказывается отрицательно на экономике страны, тем более что некоторые растворители получают из пищевых продуктов.

В целях экономного ведения технологического процесса при изготовлении той или иной продукции и снижения расходов производства исключительное значение приобрело многократное использование растворителей путем применения методов улавливания (рекуперации). Существуют различные способы улова растворителей: поглощение оксидов азота жидкими сорбентами; поглощение оксидов азота твердыми сорбентами; восстановление оксидов азота до элементарного азота на катализаторе - один из них применяется в данном технологическом процессе.

Адсорбционный метод основан на свойствах некоторых, обладающих высокой пористостью, твердых тел поглощать газы и пары. Процесс адсорбции осуществляется пропусканием перерабатываемого газа через слой поглотителя, помещенного в аппарате-адсорбере. После поглощения поглотитель подвергается нагреванию для отделения адсорбированных углеводородов.

В силу особых свойств (высокая активность к различным газам и парам и легкость регенерации) активированный уголь нашел широкое применение для адсорбции многих газов и летучих паров. В настоящее время процесс угольного

					СУЗТ-61Ш.6.015101.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		11

поглощения признан как технически, так и экономически целесообразным.

Развитие рекуперационной техники является средством рационального использования производственных ресурсов и заботой руководства предприятия о здоровье сотрудников, о создании лучших санитарно-гигиенических и безопасных условий труда.

Известно [10], что все легколетучие растворители — ядовитые вещества, вызывающие острые хронические заболевания и профессиональные отравления. Предельно допустимыми для организма человека концентрациями паров растворителя в воздухе принимаются, например, для эфира 0,3 мг/л, для спирта 1 мг/л, для бензина 0,3 мг/л, для ацетона 0,2 мг/л. Избежать превышения указанных пределов концентрации паров растворителей возможно при использовании в производственном помещении мощных рекуперационных установок.

В большинстве случаев летучие растворители являются горючими, легко воспламеняющимися жидкостями и при известном процентном содержании их в воздухе образуют взрывчатые смеси.

Включение производственных помещений, теряющих растворители, в рекуперационную систему позволяет создать относительно безвредные и безопасные условия труда.

Задачей настоящего проекта является решение круга вопросов связанных с модернизацией существующей системы управления. Модернизация процесса будет осуществляться с учетом специфических свойств технологии очистки окислов азота, необходимости упрощения управления, увеличения устойчивости процессов к воздействию внешних возмущений. Работа выполняется на основании задания кафедры системотехники и информационных технологий Шосткинского института СумГУ.

					СУЗТ-61Ш.6.015101.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		12

1. КОНСТРУКТИВНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ

1.1 Описание технологического процесса

Нитрозные газы, содержащие окислы азота, после отвода из предыдущих зданий поступают в топку, состоящую из камер смещения и сжигания. В камере смещения происходит их нагрев до температуры $790...800^{\circ}\text{C}$ с помощью газа при расходе $300\text{ м}^3/\text{час}$ и воздуха под давлением $4-5\text{ кгс/см}^2$. Воздух для горения природного газа подается в топку воздуходувкой. В передней части топки имеются две газовые горелки, установленные в центре завихрителей. Требуемая температура нагрева обеспечивается регулируемым клапаном. Топка соединяется с реактором газоходом, на котором установлен выхлопной клапан, предназначенный для выхлопа топочных газов в атмосферу в период розжига топки и выведения ее на рабочий режим. После нагрева топочные газы смешиваются с газообразным аммиаком в газоходе и поступают в реактор с температурой $290-300^{\circ}\text{C}$ и расходом $45-45,8\text{ м}^3/\text{час}$.

Газообразный аммиак получается путем испарения жидкого аммиака в испарителях 1 и 2, куда он подаётся в жидком виде и должен поддерживаться на уровне $2,5-3\text{ м}$. Заполнение испарителей аммиаком производится заправщиком безводного аммиака, снабженного компрессором, или из цистерны машины для транспортировки жидкого аммиака. После испарителей газообразный аммиак под давлением $3-5\text{ кгс/см}^2$ и при расходе $60-65,8\text{ м}^3/\text{час}$, который получился в результате испарения жидкого аммиака, попадает в реактор. В реакторе, проходя через слой катализатора, нитрозные газы восстанавливаются аммиаком до азота и воды. В результате чего очищенные газы выбрасывают в атмосферу.

Технологическая схема очистки окислов азота представлена на рисунке 1.1.

					СУЗТ-61Ш.6.015101.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		13

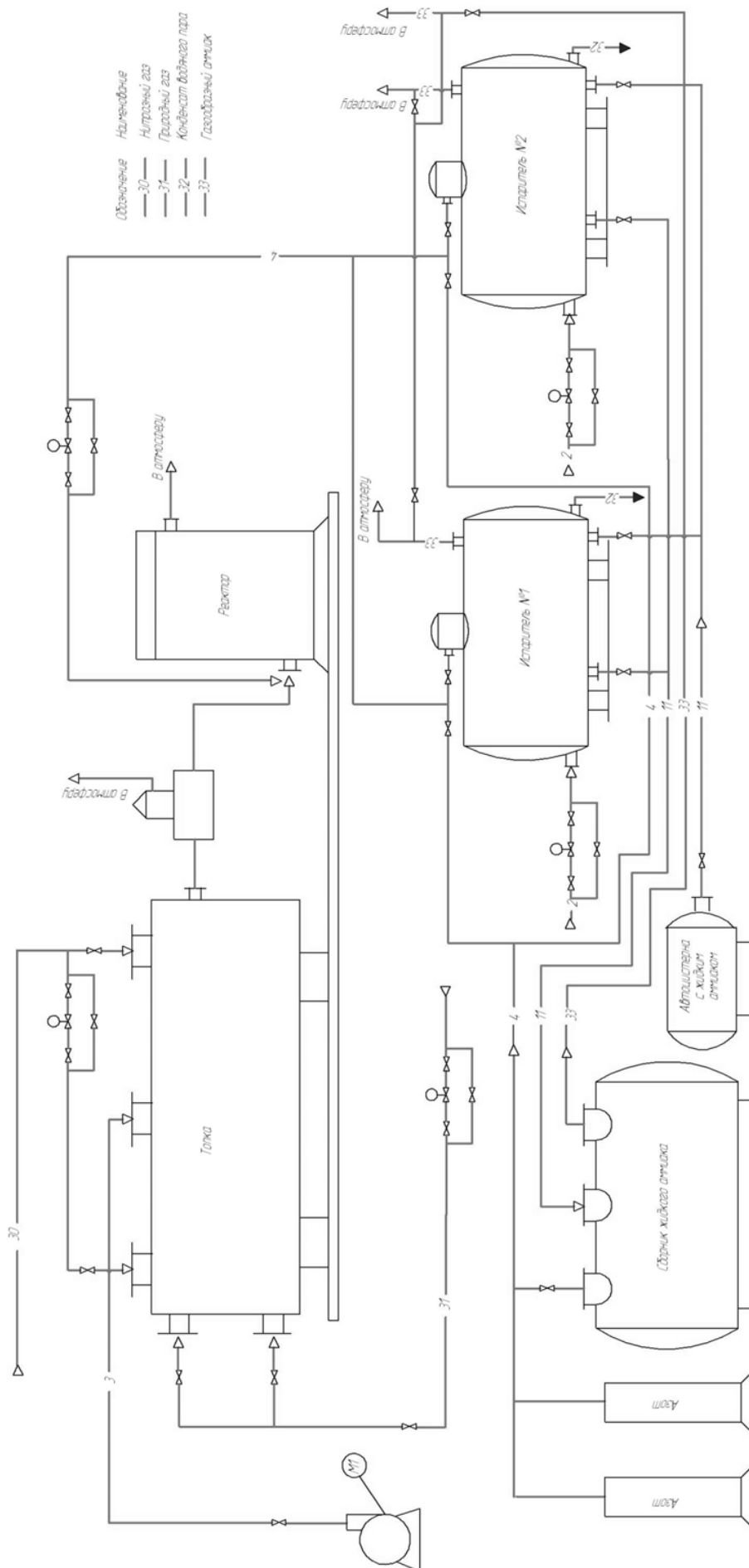


Рисунок 1.1 — Технологическая схема очистки окислов азота

Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата

СУЗТ-61Ш.6.015101.01.ПЗ

1.2 Схема информационно-материальных потоков

На основании технологического процесса очистки окислов азота составим схему движения материальных потоков. Схема движения материальных потоков представлена на рисунке 1.2.

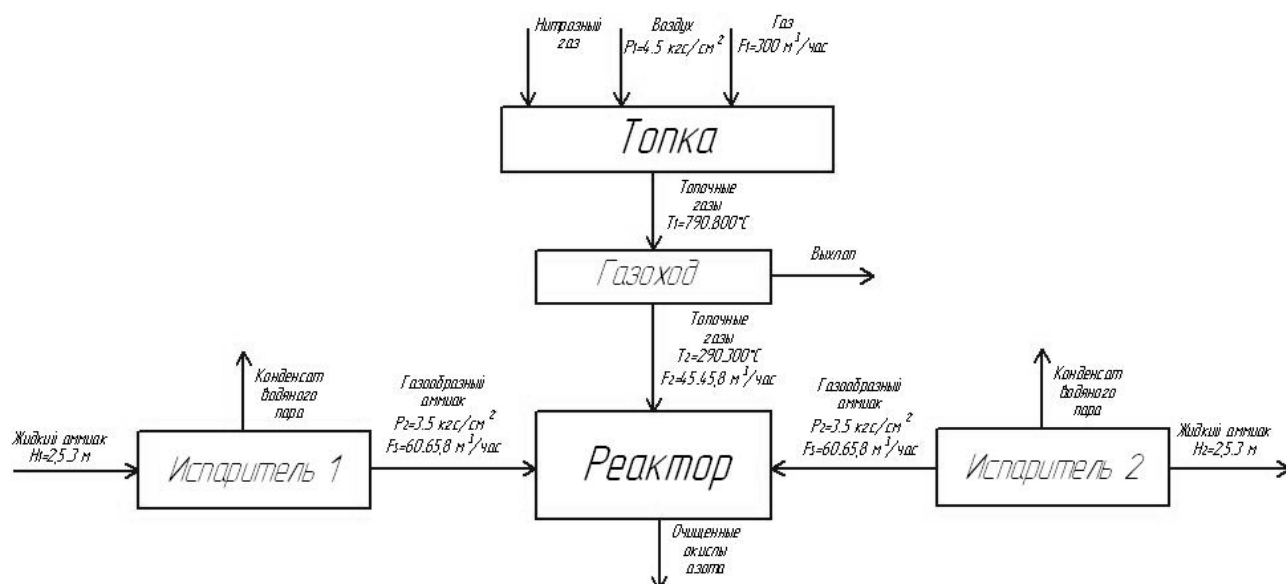


Рисунок 1.2 – Схема информационно-материальных потоков технологического процесса очистки окислов азота

На основе схемы движения материальных потоков определим параметры для сигнализации, контроля и управления, которые сведем в таблицу 1.1.

Таблица 1.1 - Перечень параметров сигнализации, контроля и управления

Параметр	Точка технологического процесса	Процесс контроля	Диапазон измеряемой величины	Допустимая погрешность измерений
Температура	Топка	Контроль, управление, сигнализация	790-800 °C	1%

Температура	Газоход	Контроль, сигнализация	290-300 °С	2%
Давление	Трубопровод подачи воздуха в топку	Контроль, сигнализация	4-5 кгс/см ²	2%
Давление	Трубопровод подачи газообразного аммиака в реактор	Контроль, сигнализация	3-5 кгс/см ²	1%
Уровень	Испарители	Контроль, сигнализация	2,5-3м	1%
Расход	Трубопровод подачи газа в топку	Контроль, управление, сигнализация	300 м ³ /час	3%
Расход	Трубопровод подачи топочных газов в реактор	Контроль, сигнализация	45-45,8 м ³ /час	1%
Расход	Трубопровод подачи газообразного аммиака в реактор	Контроль, управление, сигнализация	60-65,8 м ³ /час	1%

Исходя из выбранных параметров управления, структурная схема автоматизации имеет вид, приведенный на рисунке 1.3.

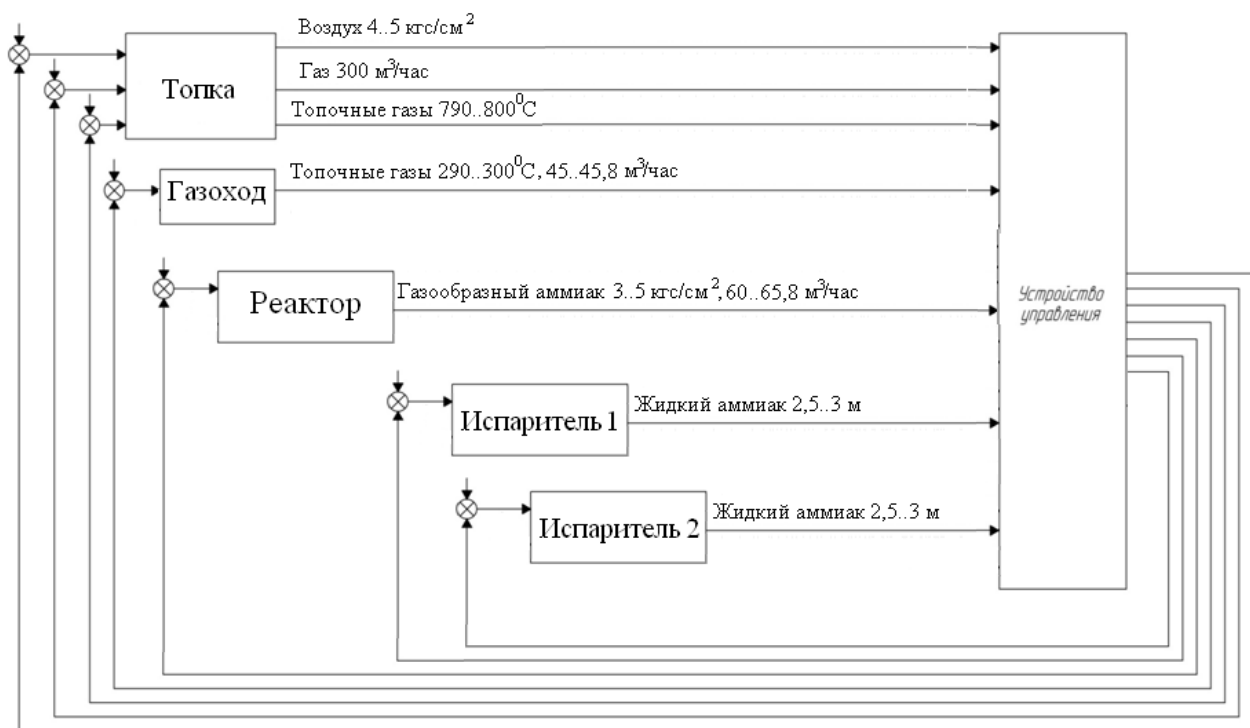


Рисунок 1.3 – Структурная схема автоматизации

2. ВЫБОР КАНАЛОВ УПРАВЛЕНИЯ, СИГНАЛИЗАЦИИ И БЛОКИРОВКИ

При выборе регулирующих величин определяют целевое назначение процесса, взаимосвязь его с другими процессами, показатель эффективности и значение, на котором он должен поддерживаться. После чего анализируется вероятность поступления возмущающих воздействий в объект управления. Определяются пути устранения возмущения или их стабилизации.

Внедрение автоматических средств контроля и сигнализации позволяет обеспечить необходимую безопасность технологического процесса.

Анализируя схему движения материальных потоков технологического процесса очистки окислов азота, определены следующие точки контроля, управления и сигнализации:

2.1 Температура в топке

Для предотвращения перегрева топочных газов, в топке необходимо поддерживать температуру в пределах $790...800^{\circ}\text{C}$.

Для управления температурой в топке может быть использована структурная схема, которая представлена на рисунке 2.1.

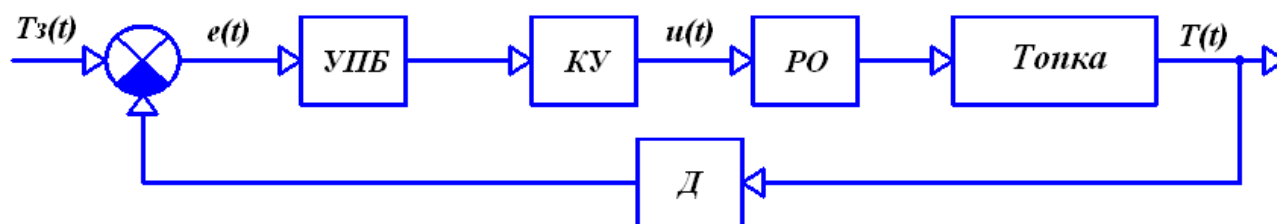


Рисунок 2.1 – Структурная схема контура управления температурой в топке

Измеряемая температура в топке ($T(t)$) воздействует на датчик (Д). Сигнал с датчика вместе с сигналом задания ($T_z(t)$) поступает на элемент сравнения. Результирующий сигнал ($e(t)$) подаётся на усилительно-

преобразующий блок (УПБ), который в свою очередь передаёт унифицированный сигнал на корректирующее устройство (КУ), или регулятор. С КУ управляющий сигнал ($u(t)$) поступает на регулирующий орган (РО), который оказывает воздействие на данный объект управления (топку).

2.2 Расход газа в трубопроводе подачи его в топку

Следует поддерживать расход газа на уровне $300 \text{ м}^3/\text{час}$, так как от его количества зависит качество топочных газов.

Для управления расходом газа может быть использована структурная схема, которая представлена на рисунке 2.2.

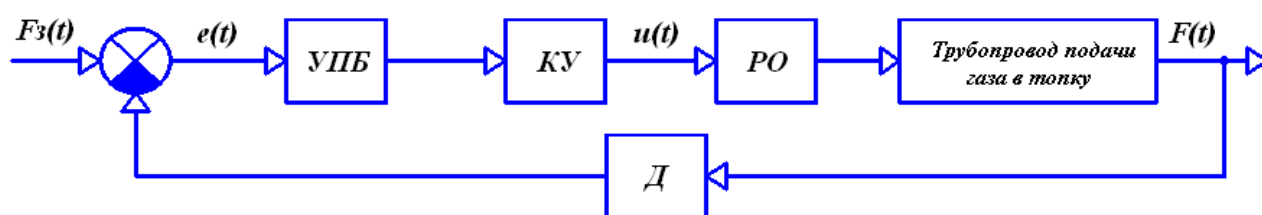


Рисунок 2.2 - Структурная схема контура управления расходом газа

Измеряемый расход газа в трубопровод подачи его в топку ($F(t)$) воздействует на датчик (Д). Сигнал с датчика вместе с сигналом задания ($F_z(t)$) поступает на элемент сравнения. Результирующий сигнал ($e(t)$) подаётся на усилительно-преобразующий блок (УПБ), который в свою очередь передаёт унифицированный сигнал на корректирующее устройство (КУ), или регулятор. С КУ управляющий сигнал ($u(t)$) поступает на регулирующий орган (РО), который оказывает воздействие на данный объект управления (трубопровод подачи газа в топку).

Контур аналогичен для трубопровода подачи газообразного аммиака в реактор.

2.3 Температура в газоходе

Предельная температура топочных газов в газоходе составляет 300 °С, а температура, необходимая для нормального протекания технологического процесса, - 290 °С. Следует контролировать температуру топочных газов в газоходе во избежание их перегрева.

Для контроля температуры топочных газов в газоходе может быть использована структурная схема, которая представлена на рисунке 2.4.

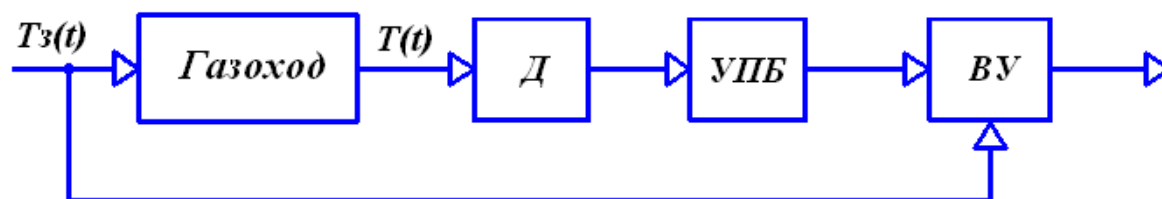


Рисунок 2.3 - Структурная схема контура контроля температуры топочных газов в газоходе

Измеряемая температура топочных газов в газоходе ($T(t)$) воздействует на датчик (Д). Сигнал с датчика поступает на усилительно-преобразующий блок (УПБ), который в свою очередь передаёт унифицированный сигнал на вычислительное устройство (ВУ). Также на вычислительное устройство поступает сигнал задания ($T_z(t)$).

2.4 Давление в трубопроводе подачи воздуха в топку

Предельное давление воздуха в трубопроводе подачи его в топку составляет 5 кгс/см², а давление, необходимое для нормального протекания технологического процесса, - 4 кгс/см². Следует контролировать давление воздуха в трубопроводе подачи его в топку во избежание возникновения аварийных ситуаций.

Для контроля давления в трубопроводе подачи воздуха в топку может быть использована структурная схема, которая представлена на рисунке 2.4.

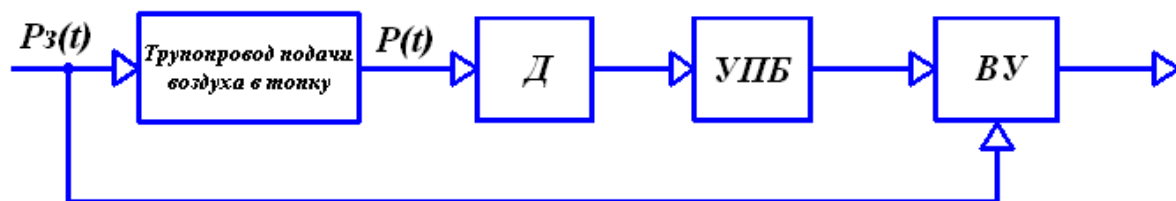


Рисунок 2.4 - Структурная схема контура контроля давления в трубопроводе подачи воздуха в топку

Измеряемое давление воздуха в трубопроводе подачи его в топку ($P(t)$) воздействует на датчик (Д). Сигнал с датчика поступает на усилительно-преобразующий блок (УПБ), который в свою очередь передаёт унифицированный сигнал на вычислительное устройство (ВУ). Также на вычислительное устройство поступает сигнал задания ($P_z(t)$).

Контур аналогичен для трубопровода подачи газообразного аммиака в реактор.

2.5 Уровень в испарителях

Предельный уровень жидкого аммиака в испарителях составляет 3 м, а уровень, необходимый для нормального протекания технологического процесса, - 1,5 м. Следует контролировать уровень жидкого аммиака в испарителях во избежание его перелива с одной стороны и поддержания необходимого объёма с другой.

Для контроля уровня жидкого аммиака в испарителях может быть использована структурная схема, которая представлена на рисунке 2.5.

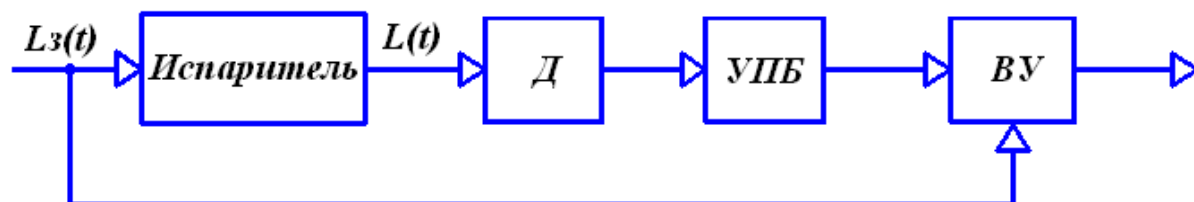


Рисунок 2.5 - Структурная схема контура контроля уровня в испарителе

Измеряемый уровень жидкого аммиака в испарителе ($L(t)$) воздействует на датчик (Д). Сигнал с датчика вместе поступает на усилительно-преобразующий блок (УПБ), который в свою очередь передаёт унифицированный сигнал на вычислительное устройство (ВУ). Также на вычислительное устройство поступает сигнал задания ($L_3(t)$).

2.6 Расход в трубопроводе топочных газов в реактор

Предельный расход топочных газов в трубопроводе подачи их в реактор составляет $45 \text{ м}^3/\text{час}$, а расход, необходимый для нормального протекания технологического процесса, - $45,8 \text{ м}^3/\text{час}$. Следует контролировать расход топочных газов в трубопроводе подачи их в реактор во избежание их перерасхода с одной стороны и недостатка с другой.

Для контроля расхода топочных газов в трубопроводе подачи их в реактор может быть использована структурная схема, которая представлена на рисунке 2.6.

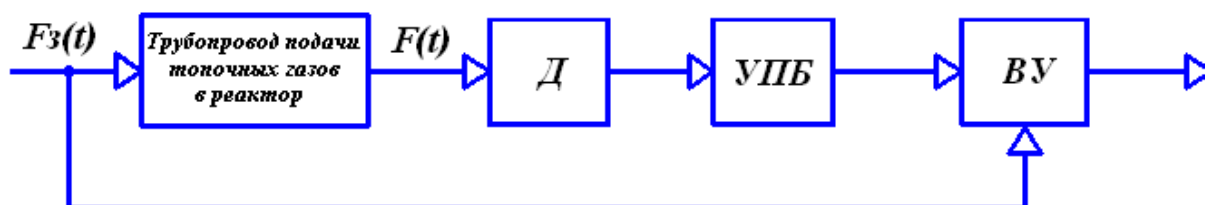


Рисунок 2.6 - Структурная схема контура контроля расхода в трубопроводе подачи топочных газов в реактор

Измеряемый расход топочных газов в трубопроводе подачи их в реактор ($F(t)$) воздействует на датчик (Д). Сигнал с датчика вместе поступает на усилительно-преобразующий блок (УПБ), который в свою очередь передаёт унифицированный сигнал на вычислительное устройство (ВУ). Также на вычислительное устройство поступает сигнал задания ($F_3(t)$).

На основании локальных контуров построена функциональная схема автоматизации процесса (СУЗТ-61Ш 6.015101.01.А2).

3. ВЫБОР СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ АВТОМАТИЗАЦИИ, РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ СИГНАЛИЗАЦИИ, ЗАЩИТЫ И АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ

Приняв во внимание особенности технологического процесса очистки окислов азота, топологию объекта, и распределение функциональных элементов технологического процесса по предприятию, выбираем 2-х уровневую систему управления. Принципиально важными критериями выбора средств автоматизации (в частности нижнего уровня) выступают их точность, надёжность и защищённость. Точность измерений имеет наивысший приоритет. Для избегания конфликтов в протоколе RS-485 на одном объекте следует стараться использовать средства автоматизации, выпускаемые одним производителем.

3.1 Нижний уровень автоматизированной системы управления технологическим процессом

Нижний уровень должен решать задачи сбора информации с датчиков технологических параметров, контроль исправности датчиков и линий связи, контроль параметров и сигнализация об отклонениях их за допустимые технологические пределы, а также передает их в АСУ верхнего уровня.

3.1.1 Выбор датчиков

3.1.1.1 Датчики температуры

В данном ТП производится регулирование температуры в топке и контроль её в газоходе. Следует отметить, что диапазон измеряемых температур в обоих точках практически одинаков, следовательно, применим один тип датчика для этих точек.

					СУЗТ-61Ш.6.015101.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		23

Для измерения вышеуказанных температур возможно использование следующих датчиков (при выборе датчиков учитывали агрессивность среды):

а) Термопреобразователь ТСМУ 9418 взрывозащищённый

Датчик предназначен для преобразования значения температуры жидких, газообразных и сыпучих веществ в унифицированный выходной сигнал.

Основные характеристики датчика приведены в таблице 3.1.

б) Датчик температуры ДТС125 - взрывозащищённая термопара

Термопреобразователь сопротивления для измерения температуры во взрывозащищенном исполнении. Служит для измерения температуры жидких и газообразных сред.

Основные характеристики датчика приведены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Сводная таблица параметров датчика температуры

Название датчика	Функциональные особенности.	Диапазон	Основная погрешность	Вых. сигнал	Стоимость, грн
ТСМУ 9418	Взрывозащищённый датчик температуры газообразных веществ	0...+1000 °C	0,5 %	4-20мА	2103
ДТС125	Взрывозащищённый датчик температуры	-50...+1000 °C	0,25 %	4-20мА	1887

Сравнив технические характеристики датчиков температур, а так же их стоимость можно сделать вывод, что датчик температуры ДТС125 дешевле и обладает более высокой точностью измерений, что более важно в данном технологическом процессе, так как от температуры топочных газов, поступающих в газопровод и в реактор, зависит качество протекания процесса очистки окислов азота. Поэтому выбираем термопреобразователь ДТС125 (рис. 3.1).

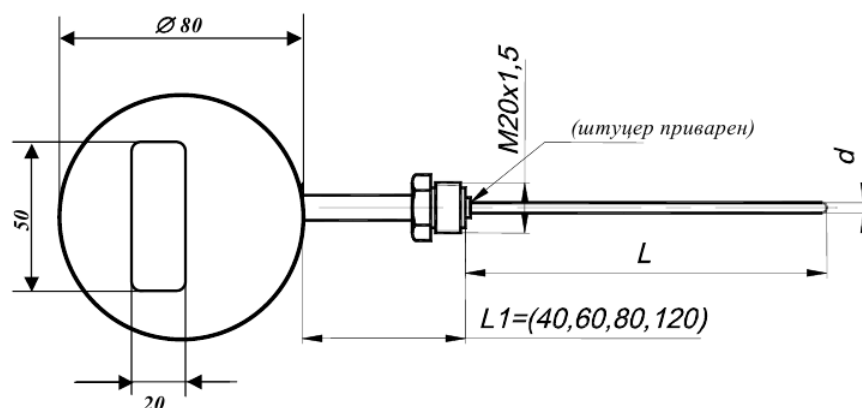


Рисунок 3.1– Датчик температуры ДТС125

3.1.1.2 Датчики давления

Контроль давления в данном ТП производится в трубопроводах подачи воздуха в топку и газообразного аммиака в реактор. Так как диапазон измеряемых давлений в обеих точках практически одинаков, следовательно, применим один тип датчика для этих точек.

Для измерения вышеуказанных давлений возможно использование следующих датчиков:

а) Датчик давления интеллектуальный Метран-150 CD

Интеллектуальные датчики давления серии Метран – 150 CD предназначены для непрерывного преобразования в унифицированный токовый выходной сигнал входных измеряемых величин давления в агрессивных средах.

Основные характеристики датчика приведены в таблице 3.2.

б) Датчик давления избыточного ОВЕН ПД100-ДИ

Предназначены для непрерывного преобразования избыточного давления жидких и газообразных агрессивных сред в унифицированный сигнал постоянного тока 4...20 мА.

Датчики избыточного давления предназначены для систем автоматического регулирования и управления в различных областях промышленности.

Основные характеристики датчика приведены в таблице 3.2.

в) Датчик давления избыточного АИР10-L-ДИ

Используются в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами и предназначены для преобразования избыточного жидких и газовых агрессивных сред в унифицированный выходной сигнал 4...20мА, 0...5 мА или 20...4мА, 5...0мА.

Основные характеристики датчика приведены в таблице 3.2.

Таблица 3.2 – Сводная таблица параметров датчиков давления

Название датчика	Функциональные особенности	Диапазон измерений кгс/см ²	Основная погрешность	Вых. сигнал	Стоимость, грн
Метран-150	Датчик давления интеллектуальный	от 0 до 15	±0,25%	0-20мА	2400
ОВЕН ПД100-ДИ	Датчик перепада давления	от 5 до 20	±0,2%	0-5мА	1020
АИР10-L-ДИ	Датчик давления избыточного	от 0 до 15	±0,1%	0-5мА	2000

Сравнив технические характеристики датчиков давления, а так же их стоимость можно сделать вывод, что датчик давления АИР10-L-ДИ (рис. 3.2) обладает более высокой точностью измерений, что более необходимо в данном технологическом процессе, так как от значений давления в газоходе и реакторе зависят прямые показатели протекания процесса очистки окислов азота.



Рисунок 3.2– Датчик избыточного давления АИР10-L-ДИ

3.1.1.3 Датчики уровня

В данном ТП производится контроль уровня в испарителях 1 и 2. Диапазон измеряемых уровней в обоих точках одинаков, следовательно, применим один тип датчика для этих точек.

Для измерения вышеуказанных уровней использование следующих датчиков:

а) Преобразователь (датчик) давления гидростатического СМХ–ДГ 5520

Предназначены для работы в системах автоматического контроля, регулирования и управления технологическими процессами и обеспечивают непрерывное преобразование значения измеряемого параметра – давления гидростатического ДГ нейтральных и агрессивных сред в унифицированный токовый выходной сигнал дистанционной передачи. Выпускаются во взрывозащищенном исполнении.

Основные характеристики датчика приведены в таблице 3.3.

б) Датчик уровня поплавковый ОВЕН ПДУ–3.1

Датчики уровня ОВЕН ПДУ–3.1 применяются для измерения как текущего, так и предельного (максимального или минимального) уровня жидкости химически агрессивных жидкостей. Датчики ОВЕН ПДУ могут работать при температурах до 105 °С

Основные характеристики датчика приведены в таблице 3.3.

					СУЗТ-61Ш.6.015101.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		27

в) Датчик уровня ДУ-02М

Датчик уровня ДУ-02М предназначен для измерения уровня или объема жидкости с относительной диэлектрической проницаемостью от 1,8 до 3 в емкостях, баках, резервуарах и выдачи цифрового и аналогового сигналов для отображения, передачи или регистрации уровня или объема во внешних устройствах.

Основные характеристики датчика приведены в таблице 3.3.

Таблица 3.3 – Сводная таблица параметров датчиков уровней

Название датчика	Функциональные особенности	Диапазон измерений кгс/см ²	Основная погрешность	Вых. сигнал	Стоимость, грн.
СМХ–ДГ 5520	Преобразователь гидростатического давления	0 ... 12	0,15 %	0-5мА	85
ОВЕН ПДУ–3.1	Датчик уровня	0 ... 15	0,1 %	0-5мА	1700
ДУ-02М	Датчик уровня	0 ... 20	0,1 %	4-20 мА	1200

Сравнив технические характеристики датчиков уровня, а так же их стоимость можно сделать вывод, что, так как высокая точность измерения не требуется, выбираем датчик с минимальной стоимостью и относительно небольшой величиной погрешности СМХ–ДГ 5520 (рис. 3.3).

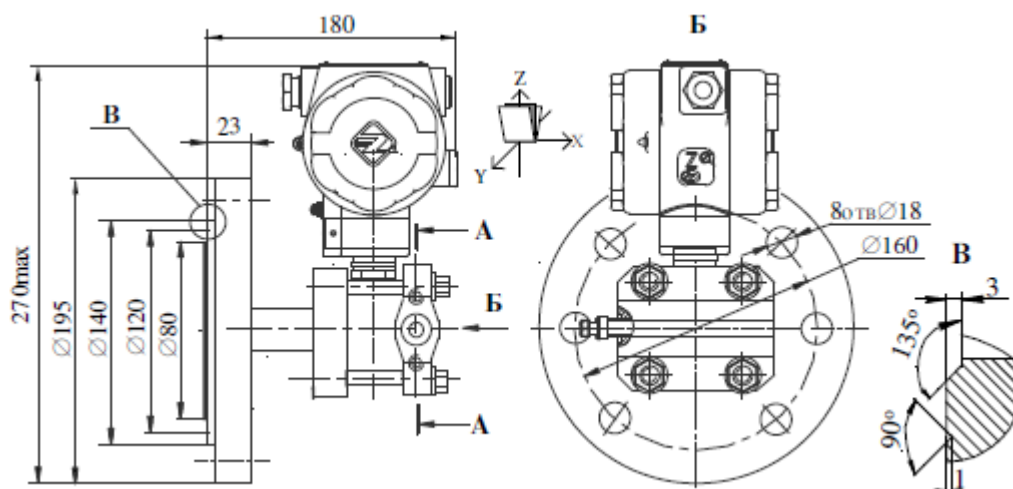


Рисунок 3.3 – Преобразователь гидростатического давления СМХ–ДГ 5520

3.1.1.4 Датчики расхода

В данном технологическом процессе производится регулирование расхода газа в трубопроводе подачи его в топку и газообразного аммиака трубопроводе подачи его в реактора, а также контроль расхода топочных газов трубопроводе подачи их в реактор. Диапазон измеряемых расходов во всех точках практически одинаков, следовательно, применим один тип датчика для этих точек.

Для измерения вышеупомянутых расходов необходима установка диафрагмы камерной ДК-6-50, при помощи которой измеряется перепад давления. Для этого возможно использование следующих датчиков:

а) Датчик перепада давления КОРУНД-ДД-101

Преобразователь давления малогабаритный предназначен для преобразования разностного давления жидких и газообразных агрессивных сред.

Основные характеристики датчика приведены в таблице 3.4.

б) Датчик перепада давления ЗОН Д-10-ДД

Датчики давления серии *ЗОН Д-10-ДД* предназначены для измерения разности давления жидких и газовых сред. Используется в нейтральных, а также агрессивных средах. Имеет ЖКИ индикатор.

Основные характеристики датчика приведены в таблице 3.4.

Таблица 3.4 – Сводная таблица параметров датчиков расхода

Название датчика	Функциональные особенности	Диапазон кгс/см ²	Основная погрешность	Вых. сигнал	Стоимость грн
КОРУНД-ДД-101	Датчик перепада давления	от 0 до 15	±0,5 %	0-5мА	3524
ЗОН Д-10-ДД	Датчик разности давления с ЖКИ	от 0 до 10	±0,15%	0-5мА	1500

Сравнив технические характеристики датчиков и приняв во внимание принцип их действия выбора можно сделать вывод, что датчик давления ЗОН Д-10-ДД (рис. 3.4) обладает более высокой точностью измерений. Поэтому выбираем именно его.



Рисунок 3.4– Датчик перепада давления ЗОН Д-10-ДД

3.1.2 Исполнительные механизмы

Для управления температурой в топке и расходами в трубопроводах подачи газа в топку и газообразного аммиака в реактор необходимо выбрать исполнительные механизмы.

В качестве исполнительных механизмов могут быть использованы:

а) Механизм исполнительный пневматический МИП-320 с пневматическим аналоговым входным сигналом

Предназначен для перемещения регулирующих и запорно-регулирующих органов для точного регулирования нейтральных и агрессивных жидкостей и газов в системах автоматического и дистанционного управления.

Основные характеристики исполнительного механизма приведены в таблице 3.5.

Таблица 3.5 – Основные характеристики МИП-320

Тип	МИП-320
Рабочая среда	Сжатый воздух
Условный ход (типоразмер), мм	100, 200, 320, 400
Давление питания	от 0,4...1 МПа
Входной сигнал	0,02...0,1 МПа

б) Регулирующий поршневой пневмоклапан Burkert 2300 (рис. 3.5)

2/2-ходовой регулирующий поршневой пневмоклапан Burkert 2300 предназначен для точного регулирования нейтральных и агрессивных жидкостей и сыпучих материалов в трубопроводах с сечением Ду 13- 50 мм. Регулирующий пневмоклапан Burkert 2300 поставляется с фланцевым, резьбовым или сварным присоединениями. Благодаря параболическому конусу клапан имеет прекрасные регулирующие характеристики. Отличительной особенностью регулирующего пневмоклапана Burkert 2300 состоит в конструкции пневмопривода из нержавеющей стали. Материал уплотнения - сталь/сталь или PTFE/сталь. Температура рабочей среды: -10-+180°C.



Рисунок 3.5 – Пневмоклапан Burkert 2300

Стоимость пневмоклапана – 37516,31 грн.

Для трубопровода подачи нитрозных газов в топку наиболее подходит модификация ИО 2301-А-50-PTFE-VA, для трубопровода подачи газа в топку - модификация ИО 2301-А-20-PTFE-VA, для трубопровода подачи газообразного аммиака в реактор - модификация ИО 2301-В-20-PTFE-VA.

Выбираем пневмоклапан Burkert 2300, так как он более удобен в использовании.

Для пневмоклапана Burkert 2300 применяем электропневматический позиционер Burkert 8696.

Цифровой электропневматический позиционер Burkert 8696 (рис. 3.6) разработан специально для регулирующих пневмоклапанов Burkert 23XX/2103 с приводом Ø 50 мм. Позиционер 8696 изготовлен из нержавеющей стали и полисульфона. Позиционер 8696 не имеет индикации. Напряжение питания 24В постоянного тока, входной сигнал 4-20мА или 0-10В.

					СУЗТ-61Ш.6.015101.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		31



Рисунок 3.6 – Электropневматический позиционер Burkert 8696

Стоимость позиционера – 10916,67 грн.

3.1.3 Преобразователи

Для сопряжения контролера с пневматическими исполнительными механизмами будем использовать преобразователи электропневматические типа ЭПП (рис. 3.7).

Преобразователь электропневматический типа ЭПП предназначены для преобразования унифицированного аналогового электрического сигнала постоянного тока в унифицированный пневматический аналоговый сигнал. Преобразователи предназначены для управления пневматическими позиционерами, механизмами и другими пневматическими устройствами. Применение: системы автоматизации технологических процессов в сахарной, химической, нефтеперерабатывающей и других отраслях промышленности.

Основные технические характеристики ЭПП представлены в таблице 3.6.

Таблица 3.6 – Основные характеристики ЭПП

Входной сигнал, мА	Основная по- грешность, %	Исполнение по устой- чивости к окружаю- щей среде	Климатическое исполнение
0–5; 0–20; 4–20	0,5; 1,0	Обыкновенное, пыле- защищённое, корро- зионостойкое, пыле- водозащищенное, мо- дульное	УХЛ4.2; УХЛ4.2 (экспортное); 04.2 (тропическое); У1; У1(экспортное); У1 (тропическое).



Рисунок 3.7 – Преобразователь электропневматический типа ЭПП

3.2 Верхний уровень автоматизированной системы управления технологическим процессом (АСУ ТП)

Верхний уровень АСУ выполняет функции диалогового взаимодействия с оператором, включающие в себя отображение, накопление и анализ данных.

Основные функции управления, реализуются на основе подбора необходимых технических средств. Главной задачей выбора технических средств является проверка сопряжения каналов управления контроллера с приводами.

На основании изложенных данных выдвинем требования к портам контроллера (табл. 3.7).

Таблица 3.7 – Входные и выходные сигналы

Сигналы	Количество сигналов
Аналоговые входные	9
Дискретные входные	3
Аналоговые выходные	0
Дискретные выходные	5

3.2.1 Выбор контроллера

Для реализации управления данным процессом необходимо применить контроллер с модулями расширения.

В качестве контроллера могут быть использованы:

а) Программируемый логический контроллер ОВЕН ПЛК 160

ПЛК 160 предназначен для создания систем управления малыми и средними объектами.

Построение системы управления и диспетчеризации на базе ОВЕН ПЛК возможно как с помощью проводных средств – используя встроенные интерфейсы Ethernet, RS-232, RS-485, так и с помощью беспроводных средств – используя радио, GSM, ADSL модемы.

Конструктивные особенности ОВЕН ПЛК 160

Контроллер выполнен в компактном DIN-реечном корпусе.

Расширение количества точек ввода\ вывода осуществляется путем подключения внешних модулей ввода\ вывода по любому из встроенных интерфейсов.

Вычислительные ресурсы ОВЕН ПЛК 160

В контроллере заложены мощные вычислительные ресурсы при отсутствии операционной системы:

- высокопроизводительный процессор RISC архитектуры ARM9, с частотой 180МГц компании Atmel;
- большой объем оперативной памяти – 8МБ;
- большой объем постоянной памяти – Flash память, 4МБ;
- объем энергонезависимой памяти, для хранения переменных – до 16КБ.

Внешний вид ПЛК представлен на рисунке 3.8.



Рисунок 3.8 – ОВЕН ПЛК 160

Электрические параметры

- Два варианта питания для каждого контроллера:
- переменный ток: (90-265)В, (47...63)Гц;
- постоянный ток: (18-29)В.
- Небольшая потребляемая мощность до 10Вт.
- Дискретные входы - 16
- Дискретные выходы - 12
- Аналоговые входы - 8
- Аналоговые выходы - 4
- Все дискретные входы контроллера измеряют сигнал 24В.
- Тип сигнала может быть как n-p-n, так и p-n-p.
- Дискретные выходы типа: Р - реле.

«Быстрые» аналоговые входы, для подключения унифицированных датчиков тока, напряжения. Дискретные выходы контроллеров данной линейки могут быть настроены на выдачу ШИМ, или генератора с высокой точностью.

Стоимость ПЛК – 11105,36 грн.

б) Программируемый логический контроллер VIPA System 200V

VIPA System 200V - контроллер для решения задач центральной и распределенной системы автоматизации, где он может выступать в качестве как "ведомых" так и "ведущих" устройств. Он с успехом может использоваться в системах промышленной автоматизации с повышенными требованиями к надежности оборудования и к временным параметрам контуров управления. CPU совместимы по набору инструкций с популярными контроллерами SIMATIC S7-300 и могут программироваться как с помощью ПО WinPLC7 (VIPA), так и с помощью STEP7 (Siemens).

VIPA System 200V построен по модульному принципу. Это значит, что пользователь имеет возможность оптимально подбирать состав модулей для решения своей задачи и гибко модифицировать его при расширении или при

					СУЗТ-61Ш.6.015101.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		35

изменении требований к системе. Они обладают хорошим временем реакции и подходит для управления производствами периодического, непрерывного и непрерывно-периодического типа.

Основные характеристики программируемого логического контроллера VIPA System 200V представлены в таблице 3.8.

Таблица 3.8 – Основные характеристики VIPA System 200V

Количество входов/выходов	дискретные - 12 I/O аналоговые - 8 I/O
Организация	модульная конструкция (до 32 модулей расширения)
Объем памяти	32...128кБ
Время выполнения операции	с битами — 0,25 мкс со словами — 1,2 мкс
Таймеры/Счетчики	128/256
Программирование	WinPLC7 от VIPA / STEP7 от Siemens
Функциональные ки/функции/блоки данных	бло- 1024/1024/2047
Интерфейс	MP2I (MPI+PPI)
Поддержка сетей	ProfibusDP slave

Стоимость ПЛК – 9696,52 грн.

Внешний вид ПЛК представлен на рисунке 3.9.

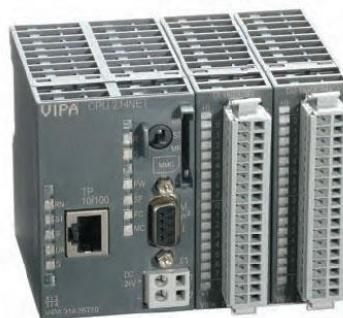


Рисунок 3.9 – ПЛК VIPA System 200V

Все выше представленные контроллеры одинаково хорошо подходят для поставленных задач и требований, но на нижнем уровне автоматизации преимущественно были выбраны датчики фирмы ОВЕН, поэтому для избегания конфликтов в протоколе RS 485 останавливаем свой выбор на ОВЕН ПЛК 160.

Так как встроенных аналоговых входов недостаточно, то существует необходимость использования дополнительного модуля ввода аналоговых сигналов. Также необходимыми компонентами являются панель оператора и блок питания.

3.2.2 Модуль аналогового ввода ОВЕН МВ110-220.8АС

Прибор предназначен для преобразования измеряемых аналоговых сигналов в цифровой код и передачи результатов измерения в сеть RS-485. Предназначается для построения автоматизированных систем сбора данных в различных областях промышленности, сельского и коммунального хозяйства, на транспорте.

Аналоговые входы прибора могут работать в следующих режимах:

измерение тока в диапазоне от 4 до 20 мА;

измерение тока в диапазоне от 0 до 20 мА;

измерение тока в диапазоне от 0 до 5 мА;

измерение напряжения в диапазоне от 0 до 10 В.

Прибор работает в сети RS-485 по протоколам ОВЕН, ModBus-RTU, ModBus-ASCII, DCON. Прибор имеет следующие группы гальванически изолированных цепей:

цепи питания прибора;

цепи интерфейса RS-485;

цепи выхода встроенного источника постоянного напряжения 24 В.

Электрическая прочность изоляции всех групп цепей, исключая группу цепей питания, относительно друг друга – 750 В, относительно группы цепей питания – 3000 В.

					СУЗТ-61Ш.6.015101.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		37

Прибор не является Мастером сети, поэтому сеть RS-485 должна иметь Мастер сети, например, ПК с запущенной на нем SCADA-системой, контроллер или регулятор.

К прибору предоставляется бесплатный OPC-драйвер и библиотека стандарта WIN DLL, которые рекомендуется использовать при подключении прибора к SCADA-системам и контроллерам других производителей.

Конфигурирование прибора осуществляется на ПК через адаптер интерфейса RS-485/RS-232 или RS-485/USB (например, ОВЕН АС3-М или АС4) с помощью программы «Конфигуратор М110», входящей в комплект поставки.

Прибор отвечает требованиям по устойчивости к воздействию помех в соответствии с ГОСТ Р 51522 для оборудования класса А.

Изображение прибора представлено на рисунке 3.10.



Рисунок 3.10 – ОВЕН МВ110-220.8АС

Основные технические характеристики прибора ОВЕН МВ110-220.8АС приведены в таблице 3.9.

Таблица 3.9 - Основные технические характеристики ОВЕН МВ110-24.8АС

Наименование	Значение
Напряжение питания	24 В постоянного тока
Потребляемая мощность, ВА, не более	8
Предел основной приведенной погрешности, %	0,25
Предел дополнительной приведенной погрешности, %	0,12

Разрешающая способность: – для диапазонов токов от 4 до 20 мА и от 0 до 20 мА , мкА не более – для диапазона тока от 0 до 5 мА, мкА не более – для диапазона напряжения от 1 до 10 В, мВ, не более	4 1 2
Количество аналоговых каналов измерения	8
Входное сопротивление в режиме измерения тока от 0 до 20 мА и от 4 до 20 мА, Ом	от 130 до 250
Входное сопротивление в режиме измерения напряжения от 0 до 10 В, кОм, не менее	200
Период обновления результатов измерения по каждому каналу, мс	$5 \pm 2 \%$
Выходное напряжение встроенного источника питания, В	24 ± 3
Максимальный ток нагрузки встроенного источника питания, А	0,18
Интерфейс связи с мастером сети	RS-485
Максимальное количество приборов, одновременно подключаемых к сети RS-485, не более	32
Максимальная скорость обмена по интерфейсу RS-485, бит/с	115200
Степень защиты корпуса	IP20

3.2.3 Графическая панель оператора с сенсорным управлением

Для визуализации прохождения ТП, отображения текущих параметров, задания входных величин и индикации канала аварии применим сенсорную графическую панель оператора ОВЕН СП270 (рис. 3.11).



Рисунок 3.11 – ОВЕН СП270

Основные технические характеристики ОВЕН СП270 приведены в таблице 3.10.

Таблица 3.10 - Основные технические характеристики ОВЕН СП270

Напряжение питания постоянного тока	22...26 В
Потребляемый ток	не более 0,150 А
Потребляемая мощность	не более 30 Вт (номинальное потребление 5 Вт)
Используемые интерфейсы связи	RS-232 (2 шт.), RS-485 (1 шт.)
Тип интерфейса для связи с ПЛК	RS-232, RS-485
Тип интерфейса для загрузки проекта из ПК	RS-232
Скорость передачи данных по интерфейсам	4800, 9600, 14400, 19200, 38400, 115200 бит/с
Память программ (Flash-RAM)	4 Мбайт
Память данных (SD RAM)	4 кбайт
Конструктивное исполнение	корпус щитового крепления

Степень защиты корпуса со стороны лицевой панели	IP65
Масса (с элементами крепления)	не более 0,78 кг
Тип дисплея, диагональ	цветной (TFT), 178 мм (7")
Количество отображаемых цветов	256
Разрешение дисплея	480x234 пиксела
Рабочая зона дисплея (ширина x высота)	156x88 мм
Цена, грн	8192,48

3.2.4 Блок питания

Для питания модулей ввода, ПЛК и панели оператора выберем блок питания.

Применим одноканальный блок питания ОВЕН БП60Б-Д4 (рис. 3.12) мощностью 60 Ватт.



Рисунок 3.12 – Одноканальный блок питания ОВЕН БП60Б-Д4

Основные технические характеристики ОВЕН БП60Б-Д4 приведены в таблице 3.11.

Таблица 3.11 – Основные технические характеристики ОВЕН БП60Б-Д4

Частота входного переменного напряжения:	47...63 Гц
Порог срабатывания защиты по току:	не более 1,5 I _{max}
Максимальная выходная мощность:	60 Вт
Рабочий диапазон температур:	–20...+50 °С
Уровень радиопомех по ГОСТ Р 51527 :	группа С
Выходное напряжение:	24 ± 1 % В
Амплитуда пульсации выходного напряжения:	120Мв
Макс. ток нагрузки I _{max} :	2,5 А
Ток потребления:	1,03...0,41 А
Цена, грн	1115,09

3.3 Разработка системы сигнализации и блокировки

Для осуществления технологической сигнализации воспользуемся блоком технологической сигнализации ПТС-64

Блок технологической сигнализации предназначен для обобщенной и поканальной сигнализации параметров технологических процессов, значения которых в процессе работы превышают те или иные технологические уставки. Используется в локальных и комплексных системах промышленной автоматизации производственных процессов в схемах технологической и аварийной сигнализации [3].

Прибор технологической сигнализации ПТС-64 состоит из одного блока ПТС-2 (ведущее устройство или прибор обобщенной сигнализации) и одного или нескольких блоков ПТС-8 (ведомое устройство или прибор поканальной сигнализации).

					СУЗТ-61Ш.6.015101.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		42

Функциональные возможности

Выполняемые функции:

- Светодиодная индикация срабатывания поканальной (ПТС-8) и обобщенной сигнализации (ПТС-2).
- Подключение внешних светодиодных индикаторов;
- Выбор типа сигнала сигнализации - статический сигнал (постоянное свечение) или динамический с частотой F1 или F2. Использование F1 и F2. напр., для двух различных (по тону, силе звучания) звуковых устройств
- Квитирование (снятие) сигнализации производится с помощью кнопки, подключаемой к клеммам ПТС-2
- Проверка (тестирование) сигнализации производится с помощью кнопки, подключаемой к клеммам ПТС-2

Устройство ПТС-2 (ведущее) содержит:

- Два независимых канала обобщенной сигнализации с индикацией
- Задатчик частоты сигналов сигнализации F1 и F2 (частота F2 инверсна по отношению к частоте F1)
- Узел квитирования и узел проверки сигнализации

Устройство ПТС-8 (ведомое) содержит:

- Восемь независимых каналов сигнализации с индикацией
- Поканальный выбор типа сигнала сигнализации: статический или динамический с частотой F1 или F2

Основные технические характеристики ПТС-64 представлены в таблице 3.12.

Таблица 3.12 – Технические характеристики ПТС-64

Техническая характеристика	Значение
Количество каналов обобщенной сигнализации (ПТС-2)	2 реле 220В-8А, переключающий контакт
Количество дискретных входов сигнализации (ПТС-8)	8

Тип входа (ПТС-8)	контакты реле или транзисторный ключ ОК
Количество дискретных выходов (ПТС-8) для подключения внешних светодиодных индикаторов	8 (ток 30мА при подключении до четырех ПТС-8, и 15мА при подключении до восьми ПТС-8)
Напряжение питания	= (24 ± 4) В постоянного тока:
Ток потребления - ПТС-2 - ПТС-8	не более: 60 мА не более: 150 мА (без внешних светодиодных индикаторов)
Температура окружающей среды	от -40°С до +70°С
Масса, не более -ПТС-2 - ПТС-8	0,15 кг 0,25 кг
Корпус (ВхШхГ) - ПТС-2 -ПТС-8	86x85x45, IP20 86x166x45, IP20
Крепление	рельс DIN35x7.5 EN50022

Подключения прибора технологической сигнализации ПТС-64 осуществляется следующим образом. К ведущему устройству ПТС-2 подключаются от одного до восьми ведомых устройств ПТС-8. Схема подключения прибора представлена на рис. 3.13.

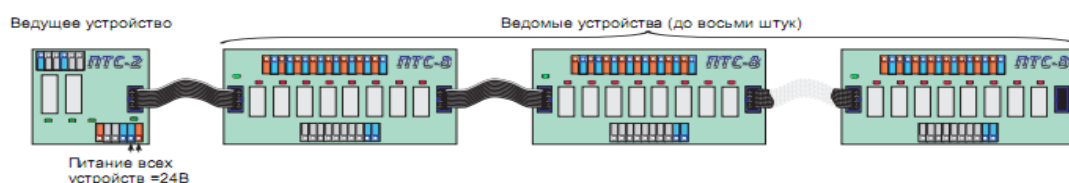


Рисунок 3.13 – Схема подключения технологической сигнализации ПТС-64

Система контроля состояния реле дискретных сигналов представлена на рис. 3.14.

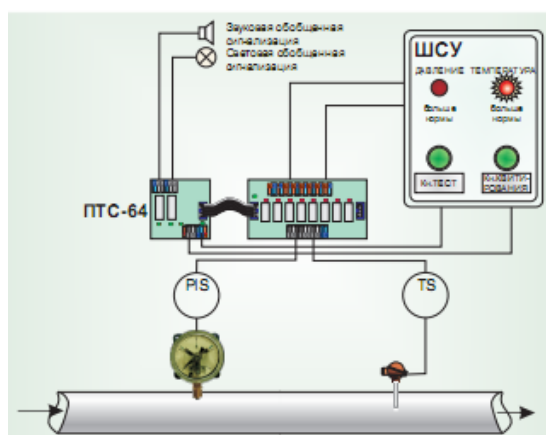


Рисунок 3.14 – Схема подключения технологической сигнализации ПТС-64

3.4 Разработка алгоритмов управления

Описание алгоритма работы системы

В общем виде система работает по алгоритму, представленному на рисунке 3.15.

После включения питания система проверяет работоспособность всех устройств, и затем, в случае неисправности система выдаст сообщение о неисправности, после чего будет ожидать дальнейших действий оператора.

В случае удачной проверки система производит инициализацию всех устройств и будет ожидать команды старта работы. После поступления команды старта запускается программа запуска системы. Данная программа необходима для того чтобы избежать аварийных ситуаций во время пуска, а также избежать выброса в атмосферу вредных паров в начальный момент работы.

Когда программа запуска выполнит полный запуск системы, система переключится на основную программу, по которой и продолжает работать

Программа проверки работоспособности

Алгоритм проверки работоспособности представляет собой такой порядок действий:

Сначала система подаст запрос готовности контроллеру и будет ожидать ответа в течении некоторого времени, до срабатывания сторожевого таймера. Если контроллер не отвечает в течении этого времени, то делается вывод, что система неисправна, если же все контроллер отвечает на запрос, то система переходит к проверке модулей вывода, последовательно отправляя запросы каждому из них и ожидая ответа. Если хотя бы одно устройство не отвечает, система делает вывод о неисправности. Если все модули ввода/вывода исправны, то система переходит к проверке датчиков, как и в предыдущем случае посылая запросы и ожидая ответ. В случае если все устройства и датчики исправны, система выходит из программы.

					СУЗТ-61Ш.6.015101.01.ПЗ	Лист
						46
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		

Программа запуска системы

Алгоритм запуска системы необходим для того, что бы избежать аварийных ситуаций, брака продукции, а также для экономии энергии. В первую очередь система включает нагрев топки. Это требуется потому, что нагрев этого аппарата самый длительный процесс и для экономии энергии его требуется начинать первым. После разогрева аппаратов система готова к полному запуску, открывается заслонка выхлопа газа в атмосферу, и система входит в рабочий режим.

Основная программа

Основная программа работы системы представляет собой сложный циклический алгоритм, состоящий из двух подпрограмм: подпрограмма процесса адсорбции и подпрограмма процесса десорбции. В процессе выполнения основного алгоритма система производит опрос датчиков, запись значений в память, определение сигналов рассогласования и корректировку параметров. При окончании процесса или при возникновении аварийной ситуации предусмотрен плавный останов системы для избегания ухудшения ситуации и предотвращения выхода ситуации из-под контроля.

					СУЗТ-61Ш.6.015101.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		47

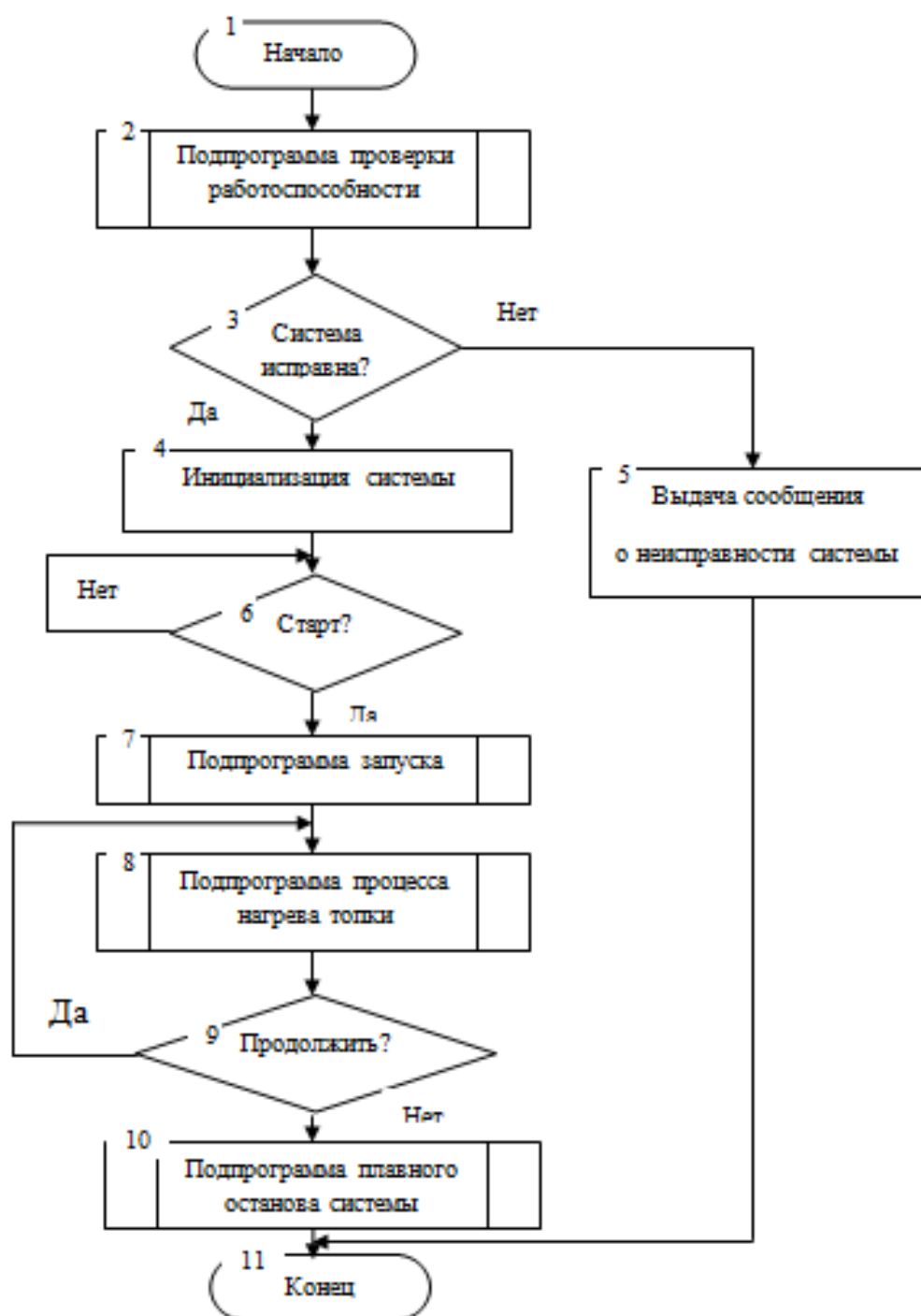
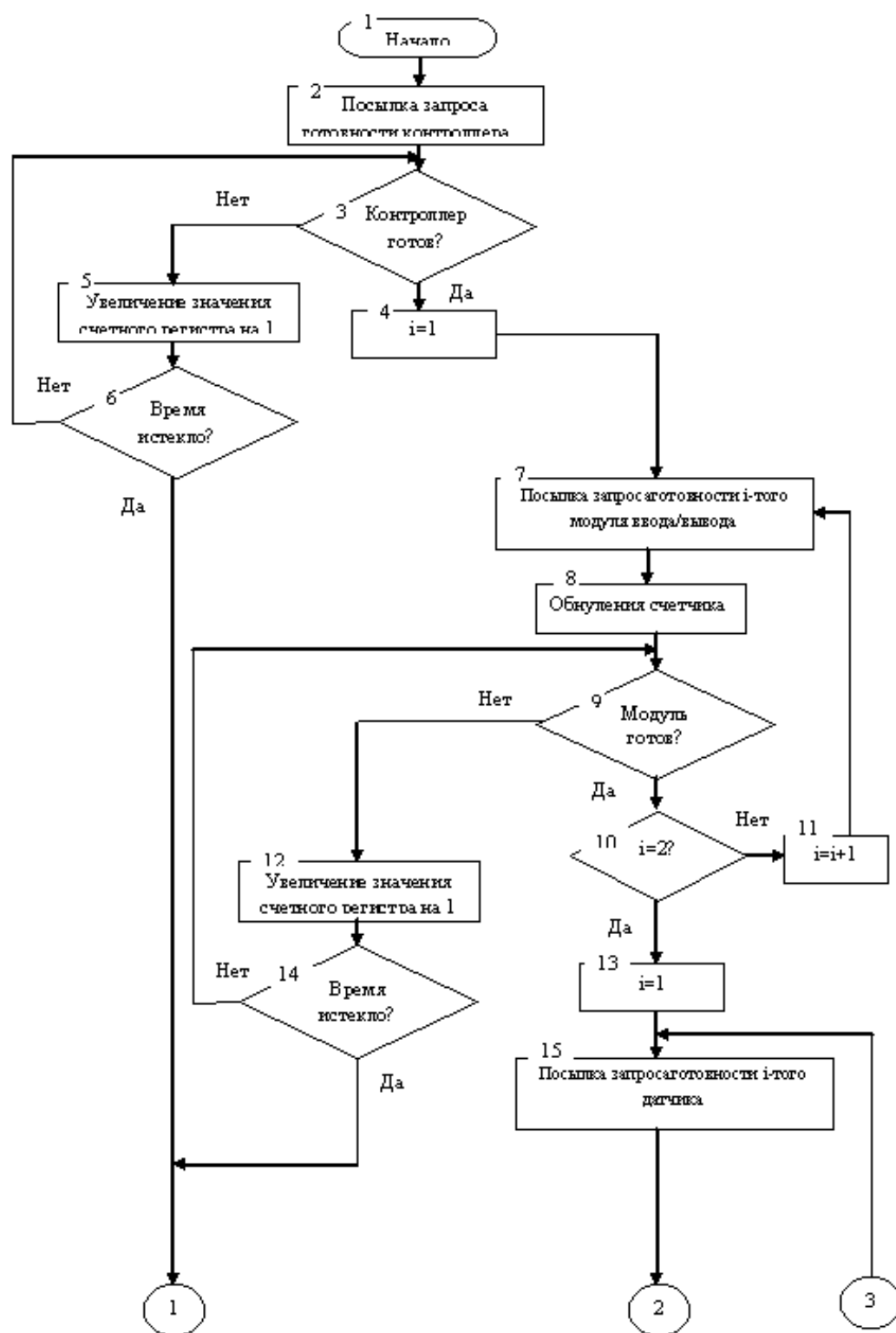


Рисунок 3.15 – Общий алгоритм работы системы



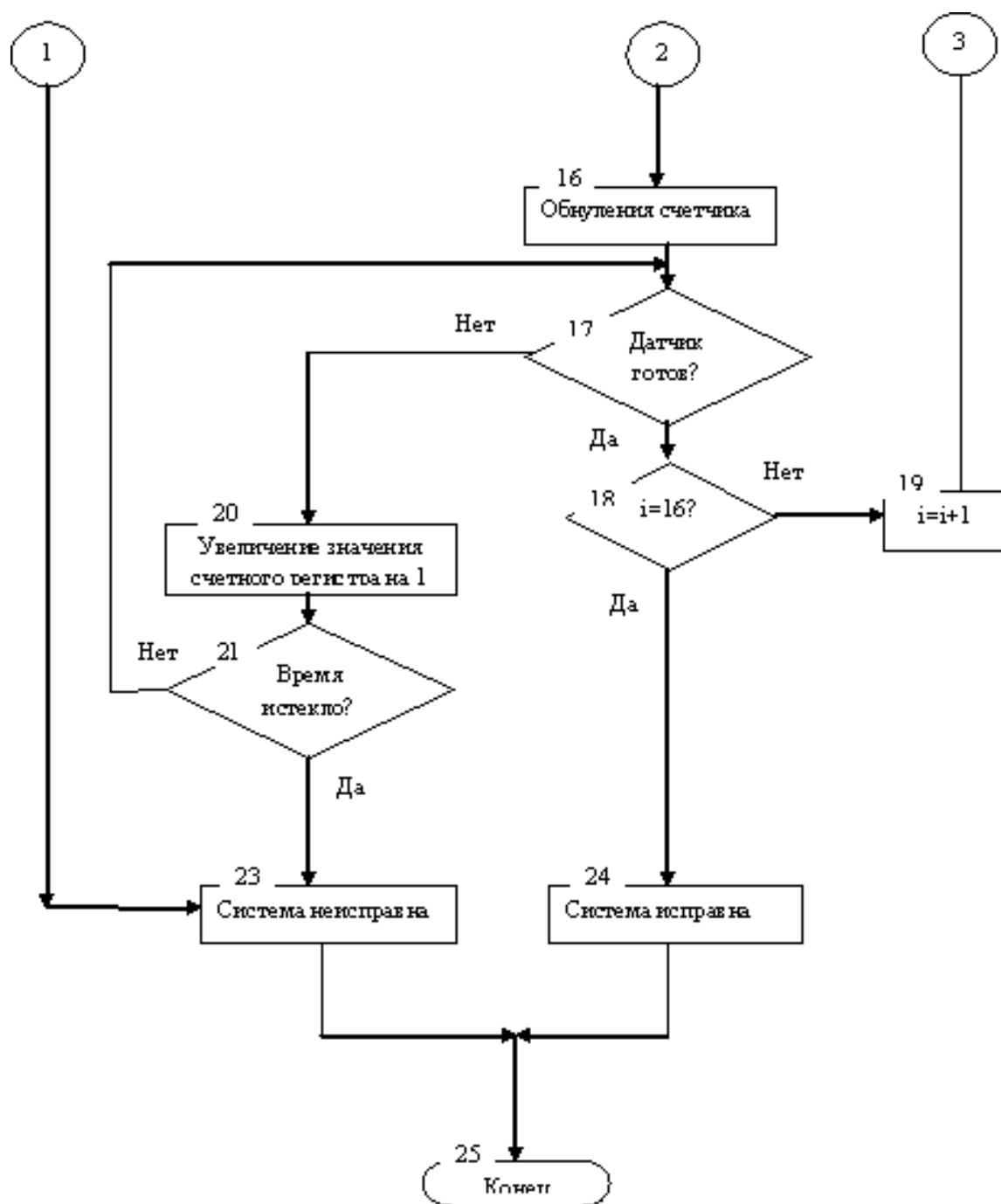


Рисунок 3.16 – Алгоритм проверки работоспособности системы

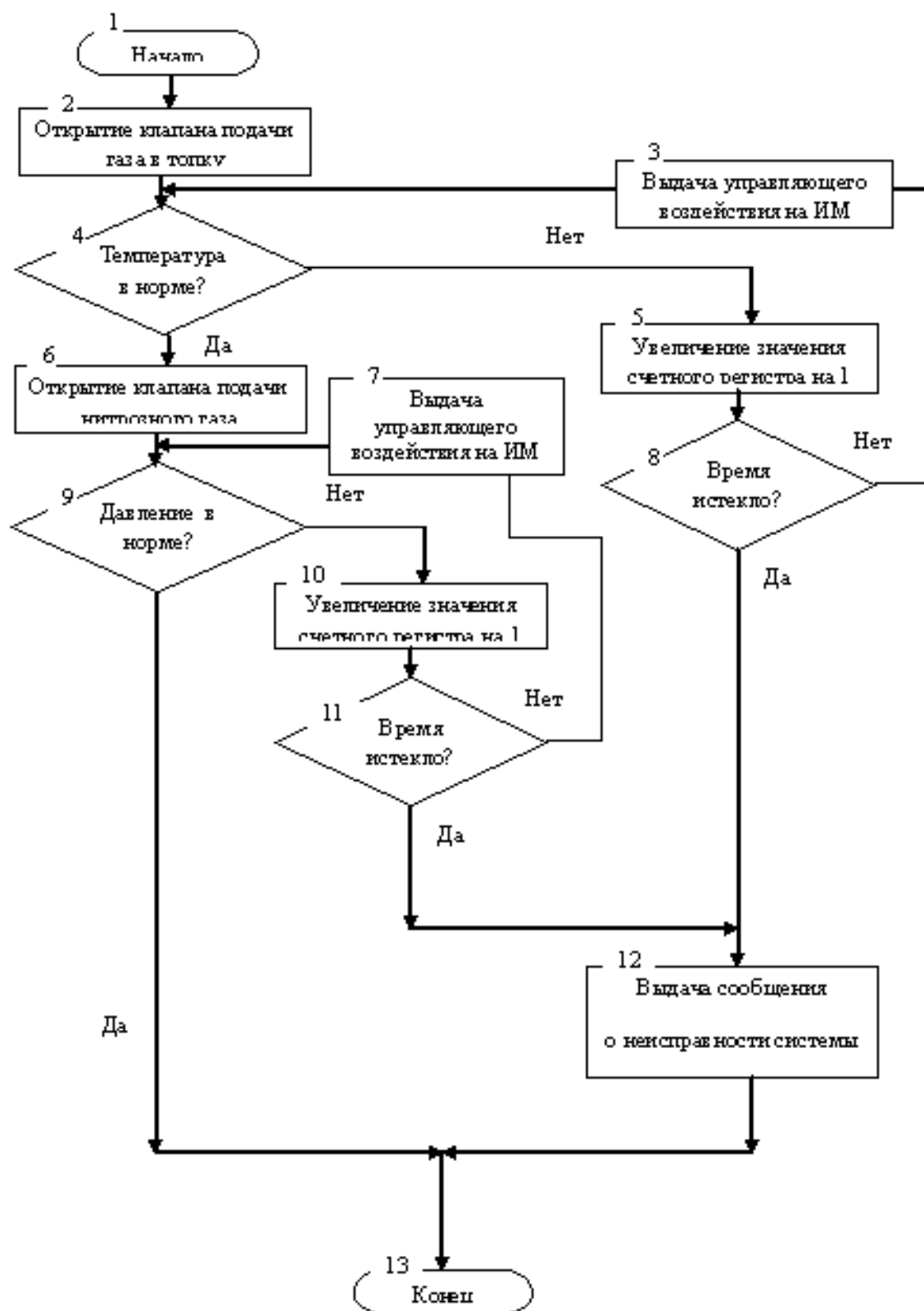


Рисунок 3.17 – Алгоритм запуска системы

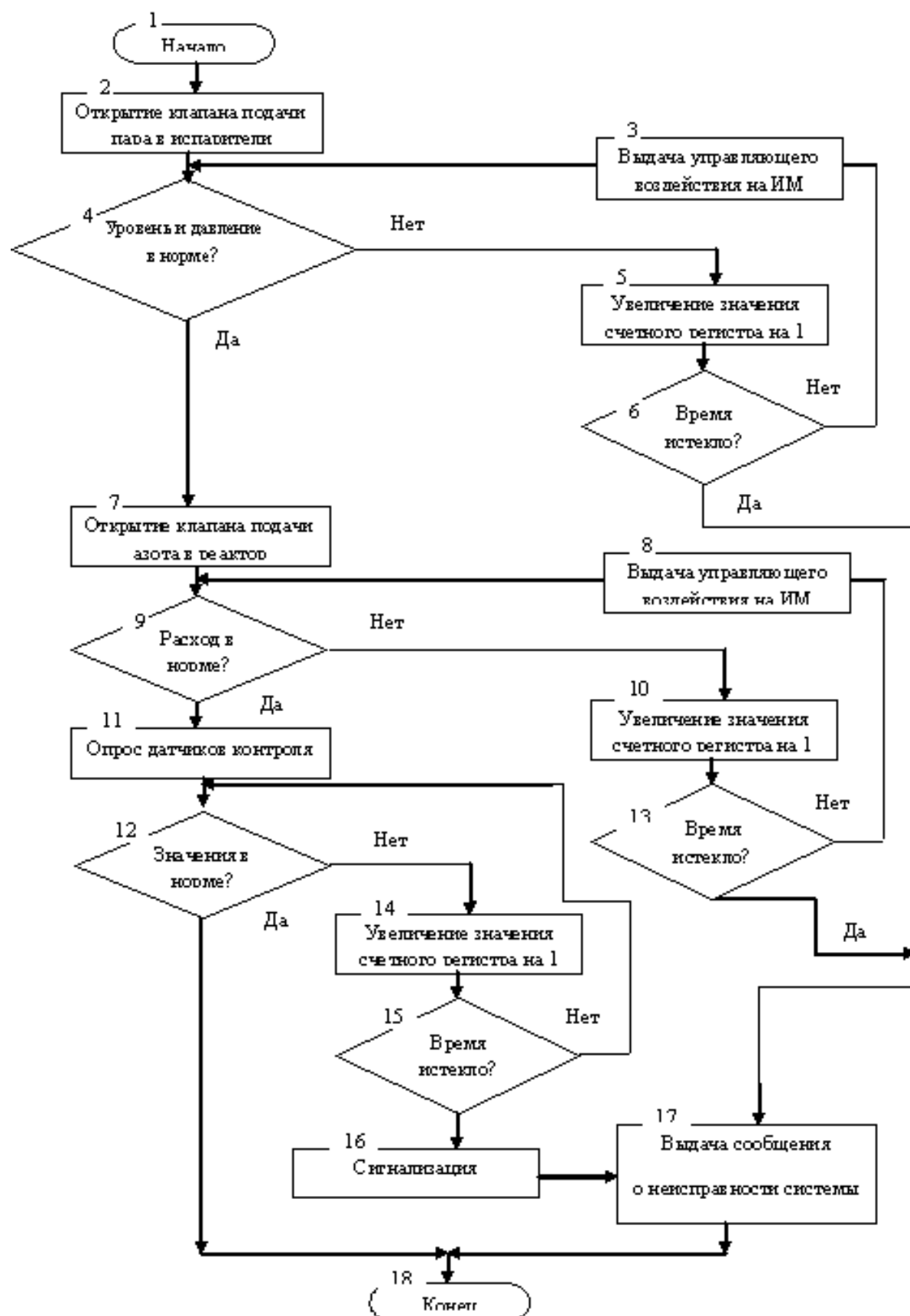


Рисунок 3.18 – Алгоритм работы процесса

4. РАСЧЕТНАЯ ЧАСТЬ

Исследуемый объект является основным аппаратом в процессе очистки окислов азота, ключевым параметром указанного объекта является расход, который меняет свое значения в пределах $45 \dots 45,8 \text{ м}^3/\text{час}$.

В результате синтеза мы должны получить переходной процесс с такими показателями качества:

- время переходного процесса – $t_p = 1200 \text{ сек}$
- перерегулирования – $\sigma = 20\%$
- расход – $F = 44 \dots 45,8 \text{ м}^3/\text{час}$
- статическая точность $S_0 = 1\%$

4.1 Получение математического описания объекта управления

При подаче на вход единичного ступенчатого сигнала получим кривую разгона следующего вида (рисунок 4.1):

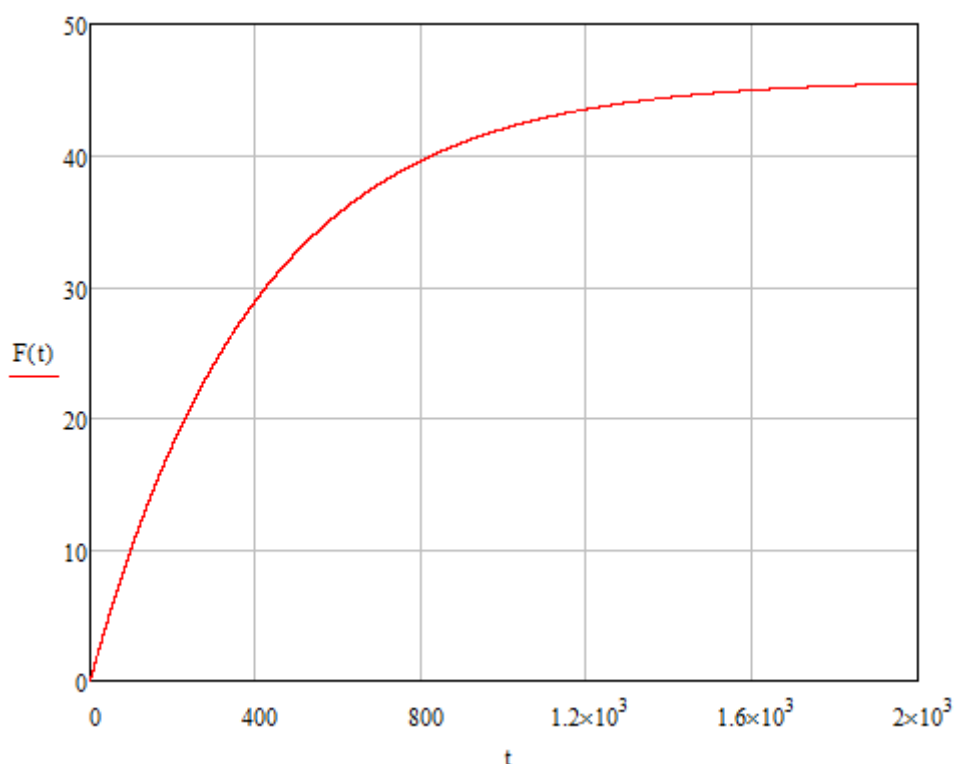


Рисунок 4.1 – Кривая разгона объекта управления

4.1.1 Получение передаточной функции объекта управления

Для этого необходимо все значения исходной переменной поделить на установившееся значение ($F_{уст}=45.8 \text{ м}^3/\text{час}$). Кривая разгона в нормированном виде представлена на рисунке 4.2.

Для упрощения расчетов кривая разгона нормируется, т.е. значения исходной переменной приводятся к диапазону 0..1, что отвечает единичному входному влиянию.

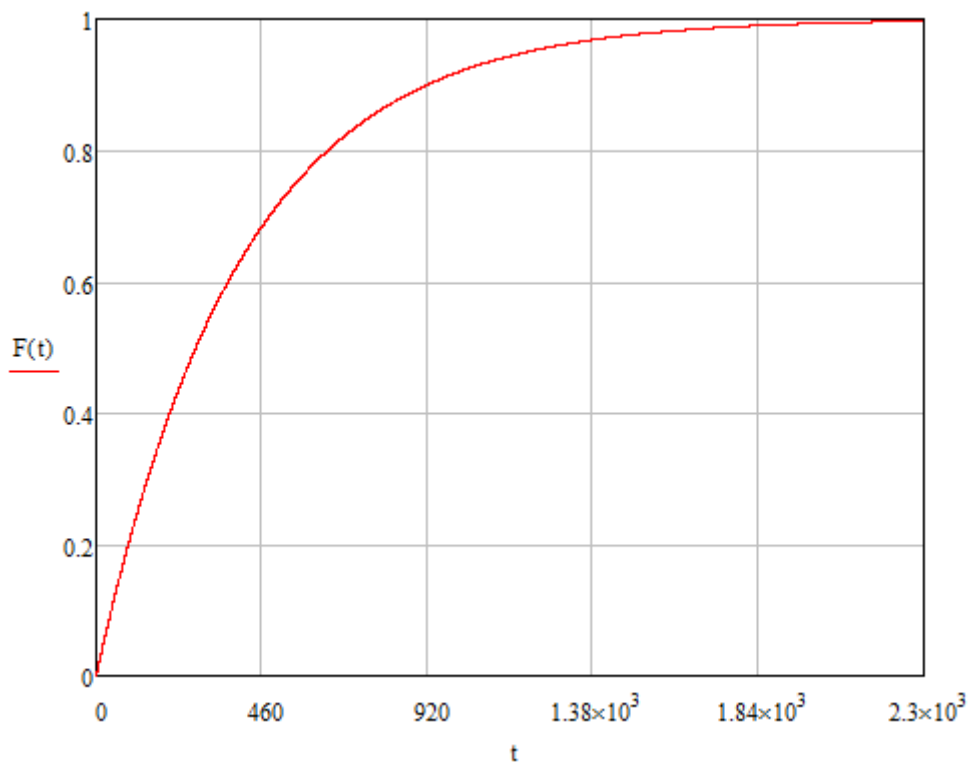


Рисунок 4.2 – Кривая разгона в нормированном виде

Для определения передаточной функции воспользуемся методом Орманса.

Это метод позволяет по нормированной кривой разгона определить две доминирующие постоянные объекта управления для модели вида:

$$W(p) = \frac{Ke^{-\tau p}}{(T_1 p + 1)(T_2 p + 1)}$$

Получение передаточной функции объекта управления производится в следующей последовательности:

1) Из нормированной кривой разгона определяем время, соответствующее значению $h_n=0,7$ и обозначаем его t_7 . Из графика это время равняется 483 секунды.

2) Полученный интервал делим на три части. Поднимаем перпендикуляр до кривой разгона и определяем величину h_{n4} . Из нашего графика $h_{n4}=0,33$. Все необходимые построения показаны на рисунке 4.3.

3) Аналитически доказана связь между точками кривой разгона и параметрами модели, а именно $t_7=1,2 (T_1 + T_2)$.

4) Постоянные времени объекта управления T_1 и T_2 определяются с помощью вспомогательной величины Z^2 , для нахождения которой используется номограмма (рисунок 4.4).

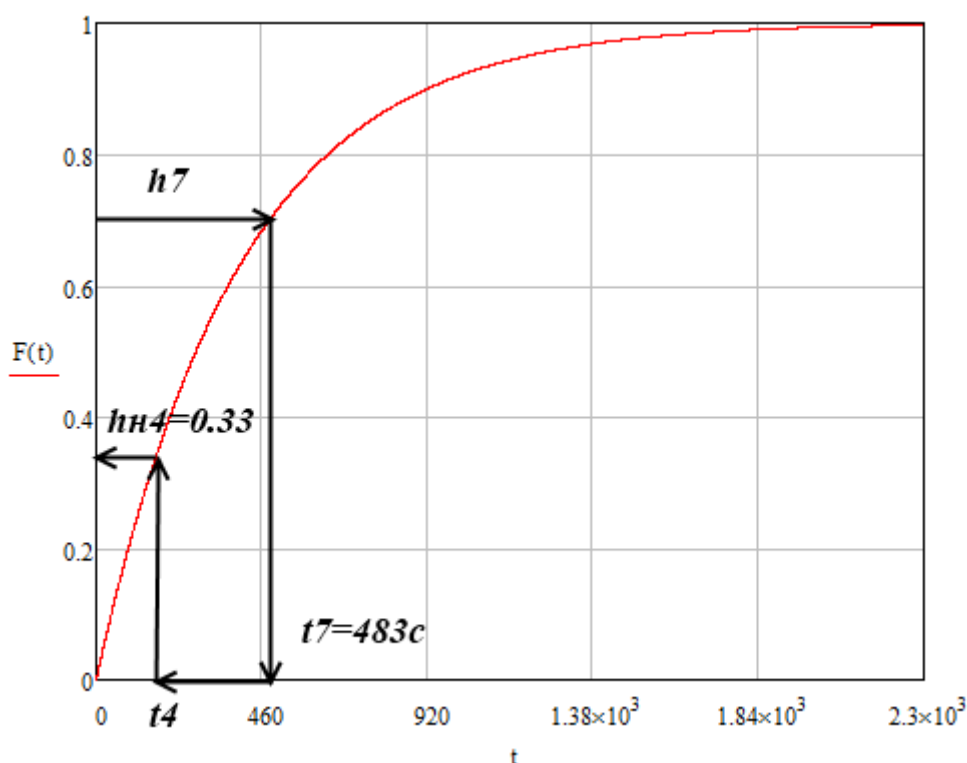


Рисунок 4.3 – Кривая разгона с необходимыми построениями

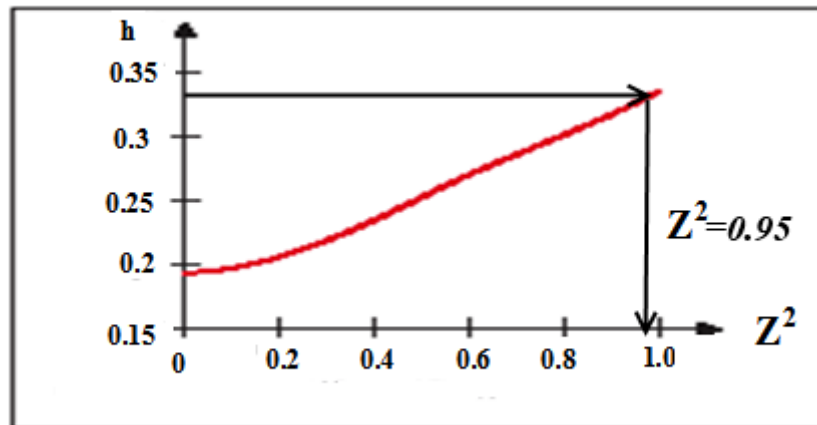


Рисунок 4.4 - Номограмма для определения величины Z^2

5) Постоянные времени объекта управления T_1 и T_2 определяются по следующим формулам:

$$T_1 = \frac{t_7}{2.4} (1 + z) \quad T_2 = \frac{t_7}{2.4} (1 - z)$$

$$T_1 = \frac{483}{2.4} (1 + 0.975) = 397 \text{ с}$$

$$T_2 = \frac{483}{2.4} (1 - 0.975) = 5 \text{ с}$$

Т.к. $T_1 \gg T_2$, то можно перейти к модели первого порядка:

$$W(p) = \frac{Ke^{-\tau p}}{1 + Tp}$$

Итоговая передаточная функция без влияния на нее внешних воздействий может быть получена в результате деления коэффициента $k=45,8 \text{ м}^3/\text{час}$ исходной ПФ на $P=1 \text{ кгс}/\text{см}^2$:

$$\kappa = \frac{45,8}{1 \text{ кгс}/\text{см}^2} = 45,8 \text{ м}^3 \text{ см}^2 / \text{час} * \text{кгс}$$

И итоговая передаточная функция примет вид:

$$W(p) = \frac{45,8}{397p + 1}$$

Построим переходную характеристику полученной передаточной функции объекта управления и сравним ее с исходной кривой разгона. Нормированные графики переходных характеристик показаны на рисунке 4.5. На графике кривая разгона из эксперимента отмечается как $F(t)$, а переходная характеристика, полученная аналитически – $h(t)$.

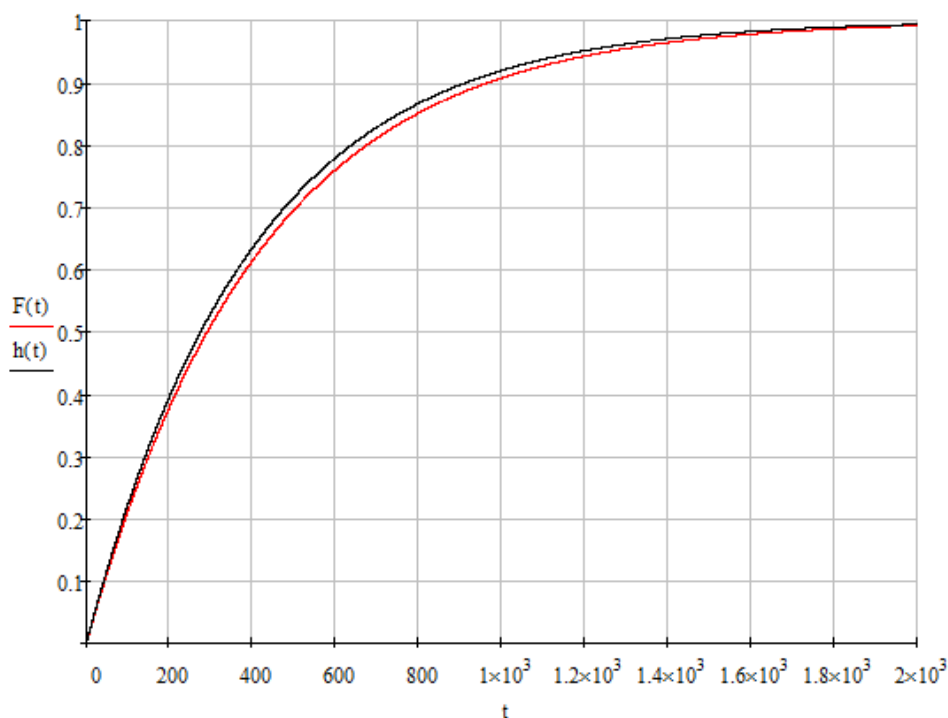


Рисунок 4.5 – Переходные характеристики объекта

4.1.2 Проверка адекватности полученных кривых разгона

Используя метод Фишера, проверим сходимость переходных характеристик (полученных аналитически и экспериментальным путем). Для этого весь интервал времени делим на 10 частей и определяем $Y_{i \text{ экс}}$ и $Y_{i \text{ мод}}$. Эти значения сведены в таблицу 4.1.

Таблица 4.1 – Значения, полученные из переходных характеристик

$Y_{\text{экс}}$	0.37	0.61	0.75	0.85	0.9	0.94	0.96	0.97	0.99	1
$Y_{\text{мод}}$	0.39	0.63	0.77	0.86	0.92	0.95	0.97	0.98	0.99	1
N	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

Определяем оценку дисперсии по формуле:

$$S_{экс, мод} = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^{10} (Y_i - \bar{Y})^2$$

Расчет производим в математическом пакете MathCad

$$Y_1 := 0.37 \quad Y_2 := 0.61 \quad Y_3 := 0.75 \quad Y_4 := 0.85 \quad Y_5 := 0.9 \quad Y_6 := 0.94 \quad Y_7 := 0.96 \quad Y_8 := 0.97$$

$$Y_9 := 0.99 \quad Y_{10} := 1$$

$$S_{eks} := \frac{1}{9} \cdot \sum_{i=1}^{10} (Y_i - 0.834)^2$$

$$S_{eks} = 0.042$$

$$Y_1 := 0.39 \quad Y_2 := 0.63 \quad Y_3 := 0.77 \quad Y_4 := 0.86 \quad Y_5 := 0.92 \quad Y_6 := 0.95 \quad Y_7 := 0.97 \quad Y_8 := 0.98$$

$$Y_9 := 0.99 \quad Y_{10} := 1$$

$$S_{mod} := \frac{1}{9} \cdot \sum_{i=1}^{10} (Y_i - 0.8346)^2$$

$$S_{mod} = 0.04$$

Определяем критерий из формулы:

$$K = \frac{S_{max}}{S_{min}}$$

$$K = \frac{0.042}{0.04} = 1.05$$

По таблице Фишера для $f_1=10$, $f_2=10$ определяем критерий Фишера. Для этих значений он равен 2,98.

Т.к. полученный критерий меньше чем критерий Фишера ($1,05 < 2,98$), то делаем вывод, что модель адекватна.

					СУЗТ-61Ш.6.015101.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		58

4.2 Синтез системы управления методом логарифмических амплитудных характеристик

4.2.1 Построение асимптотической ЛАЧХ неизменной части системы $L_n(\omega)$

Для передаточной функции объекта управления $W_o(p)$ необходимо построить асимптотическую ЛАЧХ.

$$W(p) = \frac{45.8}{397p + 1}$$

Фиксация низкочастотной асимптоты ЛАЧХ производится на частоте $\omega = 1$ Гц на уровне, определяемом из выражения $L_n(1) = 20 \lg(k) = 20 \lg(45.8) = 33,217 \text{ дБ}$, где k – коэффициент усиления неизменной части разомкнутой САУ.

Найдем сопрягающие частоты и ранжируем их в порядке возрастания.

$$\omega_1 = \frac{1}{T_1} = \frac{1}{397} = 0,0025 \text{ с}^{-1}$$

Произведем построение асимптотической ЛАЧХ с применением математического пакета MathCad (рисунок 4.6).

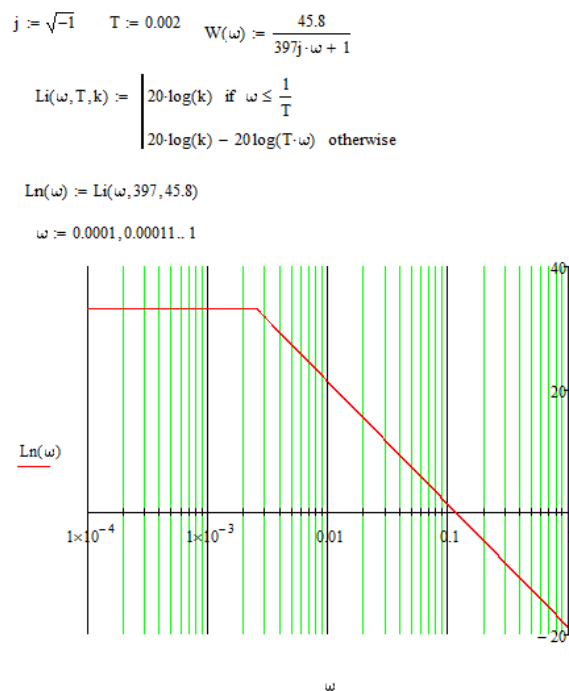


Рисунок 4.6 - График асимптотической ЛАЧХ неизменяемой части системы $L_n(\omega)$

4.2.2 Построение желаемой ЛАЧХ по В.В. Солодовникову

Строим *низкочастотную часть* желаемой асимптотической ЛАЧХ.

Наклон и положение низкочастотной асимптоты желаемой ЛАЧХ зависит от требований к статической точности проектируемой системы:

а) так как по заданию есть дополнительное требование к статической точности, то из формулы $k_y = \frac{1-S_0}{S_0}$ находим новый коэффициент усиления и не изменяя наклона низкочастотной асимптоты, фиксируем ее новое положение относительно оси абсцисс на уровне $\text{Ln}(1)=20*\log(k_y)$.

Построение *среднечастотной части* желаемой асимптотической ЛАЧХ и ее сопряжение с низкочастотной частью является важным этапом, т.к. они определяют динамические свойства системы, устойчивость, запас устойчивости и качество переходного процесса:

а) Определение частоты среза ω_c желаемой ЛАЧХ

Для определения минимально допустимого значения частоты среза $\omega_{\text{ср-ЛАЧХ}}$ желаемой системы воспользуемся номограммой В.В. Солодовникова.

По заданному значению $\sigma = 20\%$ с помощью кривой $\sigma(P_{\text{max}})$ номограммы определяем соответствующее значение $P_{\text{max}} = 1,4$, по которому с помощью кривой $t_n(P_{\text{max}})$ определяем значение для времени регулирования t_n , выраженное через частоту среза $\omega_{\text{ср}}$ соотношением $3.3\pi/\omega_c$. Из уравнения $t_n = 3.3\pi/\omega_c$ определяем частоту среза на рисунке 4.7.

$$\omega_c = \frac{3,3\pi}{t_n} = 0,009 \text{ с}^{-1}$$

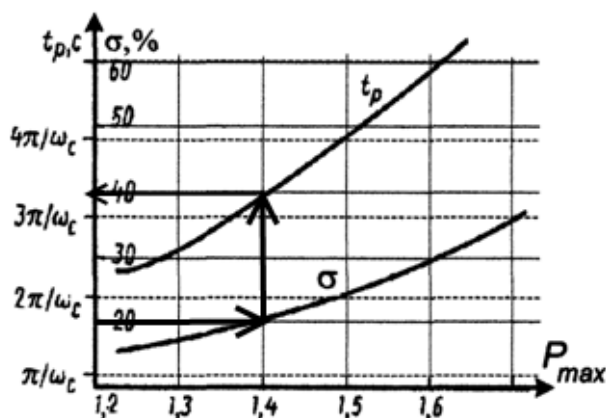


Рисунок 4.7- Номограмма Солодовникова для статических систем

					СУЗТ-61Ш.6.015101.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		60

Выбранное значение w_c наносим на график (рисунок 4.9).

Строим среднечастотную асимптоту. Её проводим через точку w_c на оси абсцисс с наклоном -20 дБ/дек (рисунок 4.9). Меньший наклон трудно осуществить, а при большем

наклоне трудно обеспечить необходимый запас устойчивости.

б) Определение диапазона частот среднечастотной части ЛАЧХ

По номограмме (рисунок 4.8) по определенному ранее значению $P_{max} = 1,4$ находим необходимый запас по фазе $\gamma_{min} = 35^\circ$ и соответствующие ему ординаты среднечастотной ЛАЧХ $L_y = \pm 11$ дБ.

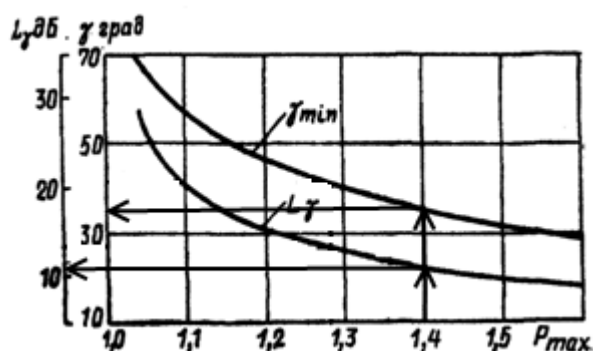


Рисунок 4.8 - График для определения ординат $\pm L_y$ контрольных точек и необходимого избытка фазы γ_{min}

Линии параллельные оси частот, проведенные на уровне $L_y = \pm 11$ дБ, дают в точках пересечения со среднечастотной асимптотой частоты сопряжение среднечастотной асимптоты с низкочастотной $\omega_1 = 0,002 \text{ с}^{-1}$ и высокочастотной $\omega_2 = 0,025 \text{ с}^{-1}$.

с) сопряжение низкочастотной и среднечастотной желаемой ЛАЧХ произведем в точке ω_1 . Через точку $\omega_1 = 0,002 \text{ с}^{-1}$ среднечастотной части проведем асимптоту с наклоном -40 дБ/дек и в точке пересечения низкочастотной асимптоты с среднечастотной получим частоту сопряжения низкочастотной части желаемой ЛАЧХ равную $\omega_{н1} = 0,001 \text{ с}^{-1}$.

Построение высокочастотной части и сопряжение ее со среднечастотной асимптотой.

Построение высокочастотной части желаемой ЛАЧХ выполняется таким образом, чтобы вид желаемой ЛАЧХ в этой области меньше отличался от вида неизменной ЛАЧХ.

Высокочастотную часть сопрягаем в точке $\omega_2=0,025\text{с}^{-1}$, через которую проводим асимптоту с наклоном $+20\text{Дб/дек}$.

Построенная таким образом желаемая ЛАЧХ разомкнутой системы управления $L_{\text{ж}}(\omega)$ представлена на рисунке 4.9.

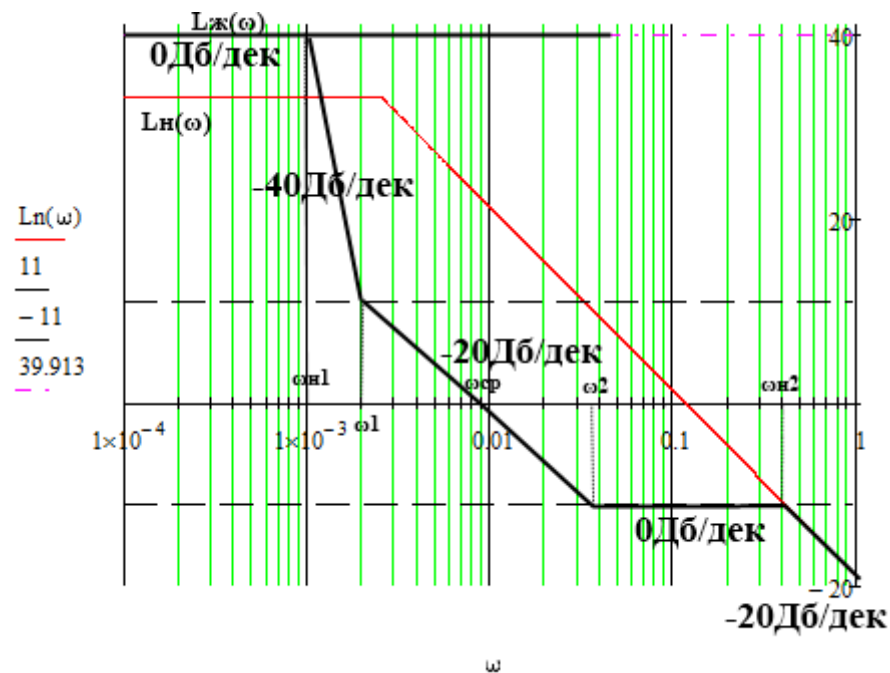


Рисунок 4.9 - Асимптотическая ЛАЧХ неизменной части системы $L_H(\omega)$ и желаемая асимптотическая ЛАЧХ

4.2.3 Получение передаточной функции разомкнутой цепи желаемой системы

Для получения передаточной функции разомкнутой цепи желаемой системы $W_{\text{ж}}(s)$ по виду асимптотической ЛАЧХ $L_{\text{ж}}(s)$ применим методику, которая следует из методики построения асимптотической ЛАЧХ по виду передаточной функции:

1) Определяем сопрягающие частоты построенной желаемой ЛАЧХ $L_{\text{ж}}(s)$ и располагаем их в порядке возрастания:

$$\omega_{\text{н1}}=0,001\text{с}^{-1}, \omega_1=0,002\text{с}^{-1}, \omega_2=0,025\text{с}^{-1}, \omega_{\text{н2}}=0,04\text{с}^{-1}$$

2) Определяем порядок астатизма желаемой ЛАЧХ по первому наклону низкочастотной асимптоты, т.к. первый наклон 0Дб/сек, то данная система будет статична.

3) Находим выражения для сомножителей числителя и знаменателя передаточной функции разомкнутой системы, последовательно анализируя поведение асимптотической ЛАЧХ:

- после частоты сопряжения $\omega_{n1} = 0,001 \text{ с}^{-1}$ (справа) наклон асимптоты увеличивается на 40 Дб/дек, что соответствует наличию в знаменателе сомножителя $\frac{1}{\omega_3} s + 1 = \frac{1}{0,001} s + 1 = (1000s + 1)^2$;

- после частоты сопряжения $\omega_1 = 0,002 \text{ с}^{-1}$ наклон асимптоты уменьшается на 20 Дб/дек, что соответствует наличию в числителе сомножителя

$$\frac{1}{\omega_a} s + 1 = \frac{1}{0,002} s + 1 = 500s + 1;$$

- после частоты сопряжения $\omega_2 = 0,025 \text{ с}^{-1}$ наклон асимптоты уменьшается на 20 Дб/дек, что соответствует наличию в числителе сомножителя $\frac{1}{\omega_3} s + 1 = \frac{1}{0,001} s + 1 = (1000s + 1)^2$;

- после частоты сопряжения $\omega_1 = 0,002 \text{ с}^{-1}$ наклон асимптоты увеличивается на 20 Дб/дек, что соответствует наличию в знаменателе сомножителя

$$\frac{1}{\omega_a} s + 1 = \frac{1}{0,002} s + 1 = 500s + 1;$$

В силу неизменности низкочастотного участка желаемой ЛАЧХ порядок астатизма и коэффициент усиления разомкнутой системы после коррекции не меняются и составляют: $\nu = 1$ и $k = 39.913$.

Таким образом передаточная функция желательной разомкнутой системы будет иметь вид:

$$W_{\text{ж}}(s) = \frac{39,913(40s + 1)(5s + 1)}{(1000s + 1)^2(25s + 1)}$$

4.2.4 Анализ качества переходных процессов

Для получения переходной характеристики воспользуемся математическим пакетом MathCad, формулы расчета и график представлен на рисунке 4.10.

$$W_{zel}(s) := \frac{39.913 \cdot (40s + 1) \cdot (500 - s + 1)}{(25s + 1) \cdot (1000s + 1)^2}$$

$$W_{zam}(s) := \frac{W_{zel}(s)}{1 + W_{zel}(s)}$$

$$\frac{W_{zam}(s)}{s} \begin{cases} \text{invlaplace} \\ \text{float, 3} \rightarrow -0.597 \cdot e^{-0.0137 \cdot t} + -0.41 \cdot e^{-0.0582 \cdot t} + 0.0311 \cdot e^{-0.00206 \cdot t} + 0.975 \\ \text{simplify} \end{cases}$$

$$h(t) := -0.597 \cdot e^{-0.0137 \cdot t} + -0.41 \cdot e^{-0.0582 \cdot t} + 0.0311 \cdot e^{-0.00206 \cdot t} + 0.975$$

$$t := 0, 1 \dots 600$$

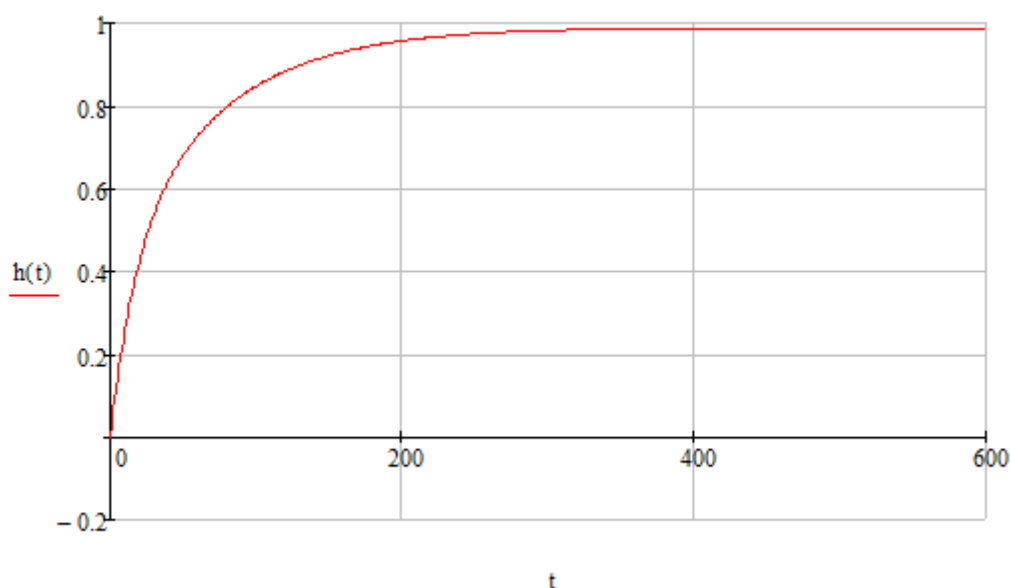


Рисунок 5.10 – График переходной характеристики желаемой системы

Анализируя переходной процесс, получим такие показатели качества:

- Время переходного процесса $t_p = 200$ сек
- Перерегулирование $\sigma = 0\%$

Данные показатели качества вполне устраивают условиям, изложенным в задании.

4.2.5 Расчет корректирующего устройства

Корректирующее устройство определим путем деления передаточной функции желаемой $W_{ж}(s)$ системы на неизменяемую систему $W_n(s)$.

$$W_1(s) := \frac{45.8}{397s + 1} \quad W_{zel}(s) := \frac{39.913 \cdot (40s + 1) \cdot (500s + 1)}{(25s + 1) \cdot (1000s + 1)^2}$$

$$W_k(s) := \frac{W_{zel}(s)}{W_1(s)}$$

$$W_k(s) \text{ float, 3} \rightarrow \frac{(8.67 \cdot s + 0.0218) \cdot (1596.0 \cdot s + 39.9) \cdot (500.0 \cdot s + 1.0)}{(25.0 \cdot s + 1.0) \cdot (1000.0 \cdot s + 1.0)^2}$$

Т.к. система управления будет реализована через микроконтроллер, то целесообразно найти разностное уравнение коррекции.

Задача переоборудования состоит в том, чтобы заменить непрерывный регулятор, обеспечивающий системе все существенные непрерывной системы, цифровым при периодах квантования: $T_0=0,001\text{с}$, который соответствует постоянной времени объекта.

Найдем дискретную передаточную функцию для синтезированного регулятора:

$$W_k(s) = \frac{(1596s + 39,9)(500s + 1)(8.67s + 0.0218)}{(25s + 1)(1000s + 1)^2}$$

Находим дискретную передаточную функцию регулятора с помощью преобразования Эйлера, заменой $s = \frac{z-1}{T_0}$, где T_0 – период квантования, с.

Получаем:

$$T_0 := 0.001$$

$$\left. \frac{(8.67 \cdot s + 0.0218) \cdot (1596.0 \cdot s + 39.9) \cdot (500.0 \cdot s + 1.0)}{(25.0 \cdot s + 1.0) \cdot (1000.0 \cdot s + 1.0)^2} \right|_{\text{float, 3}} \xrightarrow{\text{substitute, } s = \frac{z-1}{T_0}} \frac{-6921.0 \cdot z + 3459.0 \cdot z^2 + 3459.0}{-25000.0 \cdot z + 12500.0 \cdot z^2 + 12500.0}$$

$$W_k(z) := \frac{-6921.0 \cdot z + 3459.0 \cdot z^2 + 3459.0}{-25000.0 \cdot z + 12500.0 \cdot z^2 + 12500.0}$$

При
 $T_0=0,001\text{с}$

4.2.6 Моделирования системы управления в математическом пакете MatLab

Средствами пакета MatLab была собрана аналоговая схема системы управления, которая показана на рисунке 4.11.

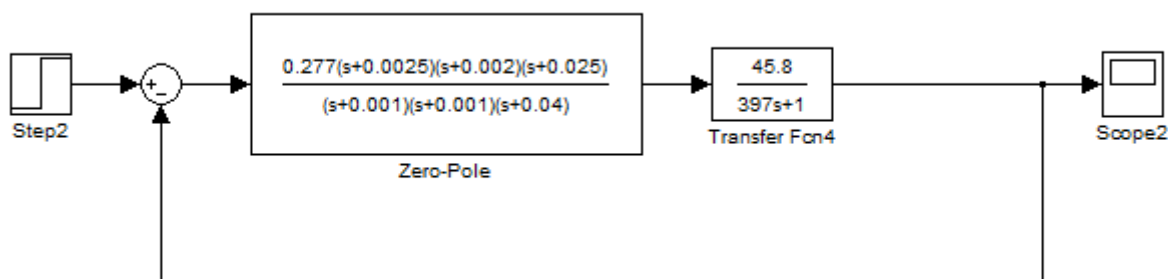


Рисунок 4.11 – Модель системы управления

В результате моделирования была получена переходная характеристика, которая показана на рисунке 4.12.

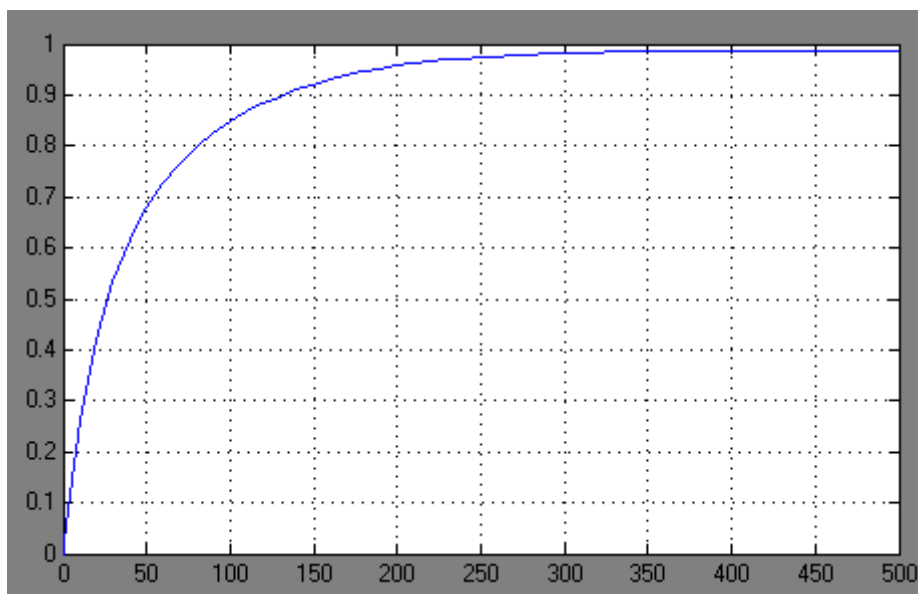


Рисунок 4.12 – Переходная характеристика системы управления

Анализируя переходной процесс, получим такие показатели качества:

- Время переходного процесса $t_p=200\text{сек}$
- Перерегулирование $\sigma=0\%$

Данные показатели качества вполне устраивают условиям, изложенным в задании.

Средствами пакета MatLab была собрана цифровая схема системы управления, которая показана на рисунке 4.13. Переходная характеристика приведена на рисунке 4.14.

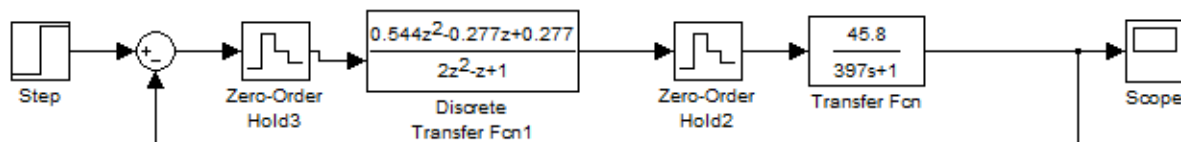


Рисунок 4.13 - Модель цифровой системы управления

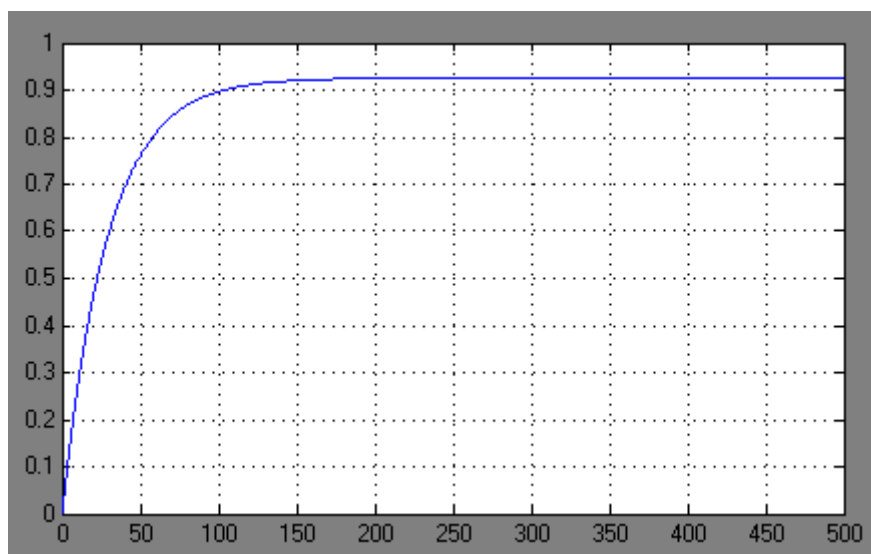


Рисунок 4.14 - Переходная характеристика системы управления

Анализируя переходной процесс, получим такие показатели качества:

- Время переходного процесса $t_p=150\text{сек}$
- Перерегулирование $\sigma=0\%$

Данные показатели качества вполне устраивают условиям, изложенным в задании.

ВЫВОДЫ

На основании Технического задания разработано информационное и техническое обеспечение системы автоматизации.

Система представляет собой 2-х уровневую АСУ ТП, в состав которой входят:

- датчики, установленные непосредственно на технологическом оборудовании;
- исполнительные органы, которые отрабатывают полученное от контроллера воздействие;
- контроллер, который выполняет первичную обработку данных полученных от датчиков, выдает управляющее воздействие для регулирующих органов.

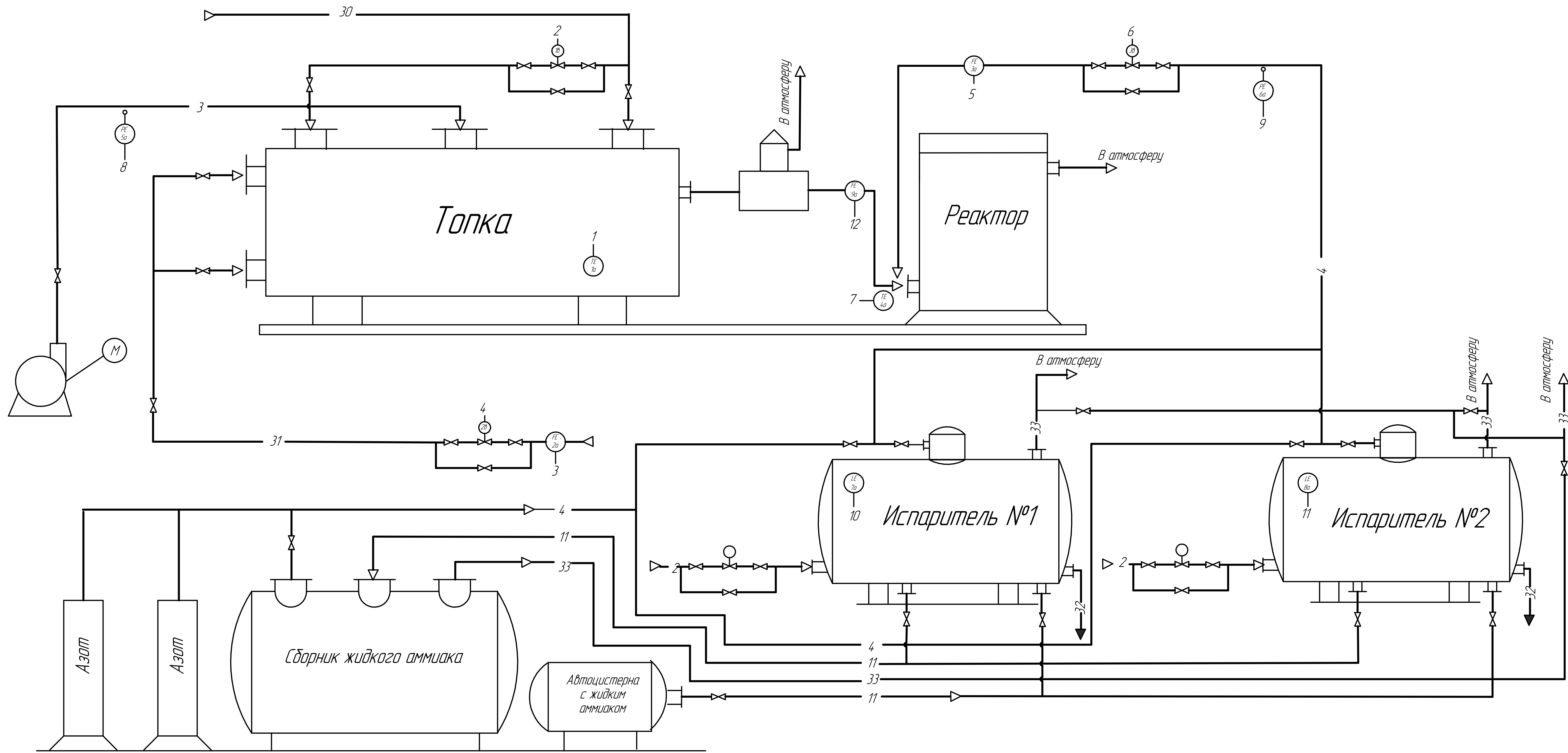
Использование современных методов управления технологическим процессом, а также новейших технических средств автоматизации в дальнейшем даст возможность реализовать качественно новую технологию управления и повысить эффективность производства, что приведёт к:

- повышению качества выпускаемой продукции;
- снижению затрат сырьевых и энергетических ресурсов по некоторым статьям расходов на ТП;
- повышения объема выпускаемой продукции;
- сокращения простоев из-за неполадок;
- увеличение межремонтных сроков работы оборудования;
- использовать минимальное количество работников, необходимых для поддержания ТП в рабочем состоянии и ликвидации аварийных ситуаций.

					СУЗТ-61Ш.6.015101.01.ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подпись	Дата		68

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Автоматика и управление в технических системах. В 11 кн. / Отв. ред. С.В. Емельянов, В.С. Михалевич. -Кн.1. Электрические элементы систем управления промышленными работами / А.А. Краснопрошина и др. - К.: Вища шк., 1990. - 479 с.
2. Методические указания по оформлению курсовых и дипломных проектов. Инструктивные материалы. Для студентов специальности 7.091401 "Компьютеризированные системы управления и автоматике". - Сумы.: СумГУ, 1998. - 77 с.
3. Средства иницирования, П.П. Карпов: Высшая школа., 1981. - 285 с.
4. Проектирование систем автоматизации технологических процессов: Справ пос. / А.С. Ключев, Б.В. Глазов, А.Х. Дубровский, С.А. Ключев. -М.: Энергоатомиздат, 1990.- 464 с.
5. Сайт компании «Овен»: www.owen.ru.
7. Теорія автоматичного керування. Попович М.Г., Ковальчук О.Б. Підручник для вузів. – К.: Либідь, 1997. – 542 с.
8. Волошенко А.В., Горбунов Д.Б., Проектирование функциональных схем систем автоматического контроля и регулирования.-Томск.: Изд-во Томского политехнического университета, 2008. – 109 с.
9. Сольницев Р.И., Автоматизация проектирования систем автоматического управления — М: Высш. шк., 1991. — 335 с.
10. Технологическая документация цеха очистки окислов азота ШЗХР.



		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
		790,300° С	управление	300 м³/час	управление	60,650 м³/час	управление	290,300° С	4,5 kcal/cm²	3,5 kcal/cm²	2,53 м	2,53 м	45,650 м³/час	PI 1	PI 2
Приборы по месту	УСО	FE 50	FE 20	FE 20	FE 20	FE 20	FE 20	FE 20	FE 20	FE 20	FE 20	FE 20	FE 20	FE 20	FE 20
	AI														
	DI														
	AO														
Приборы на щите	МК	Впр	Впр	Впр	Впр	Впр	Впр	Впр	Впр	Впр	Впр	Впр	Впр	Впр	Впр
	Впр														
	Т														
	Р														
Сигнализация															

Обозначение	Наименование	Примечание
30	Нитрозный газ	
34	Природный газ	
32	Конденсат водяного пара	
33	Газообразный аммиак	

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	СУзм-61Ш6.015101.01А2		
Разраб.	Григорьевский МВ				Автоматизация технологического процесса		
Проб.	Андрюсенко ОВ				очистки окислов азота		
Т.контр.					Схема функциональная		
И.контр.							
Утв.	Худяков Г.М.						
					Лист	Масса	Масштаб
					Лист	Листов	1
					ШИ СУМГУ		
					гр. СУзм-61Ш		
					Формат А1		

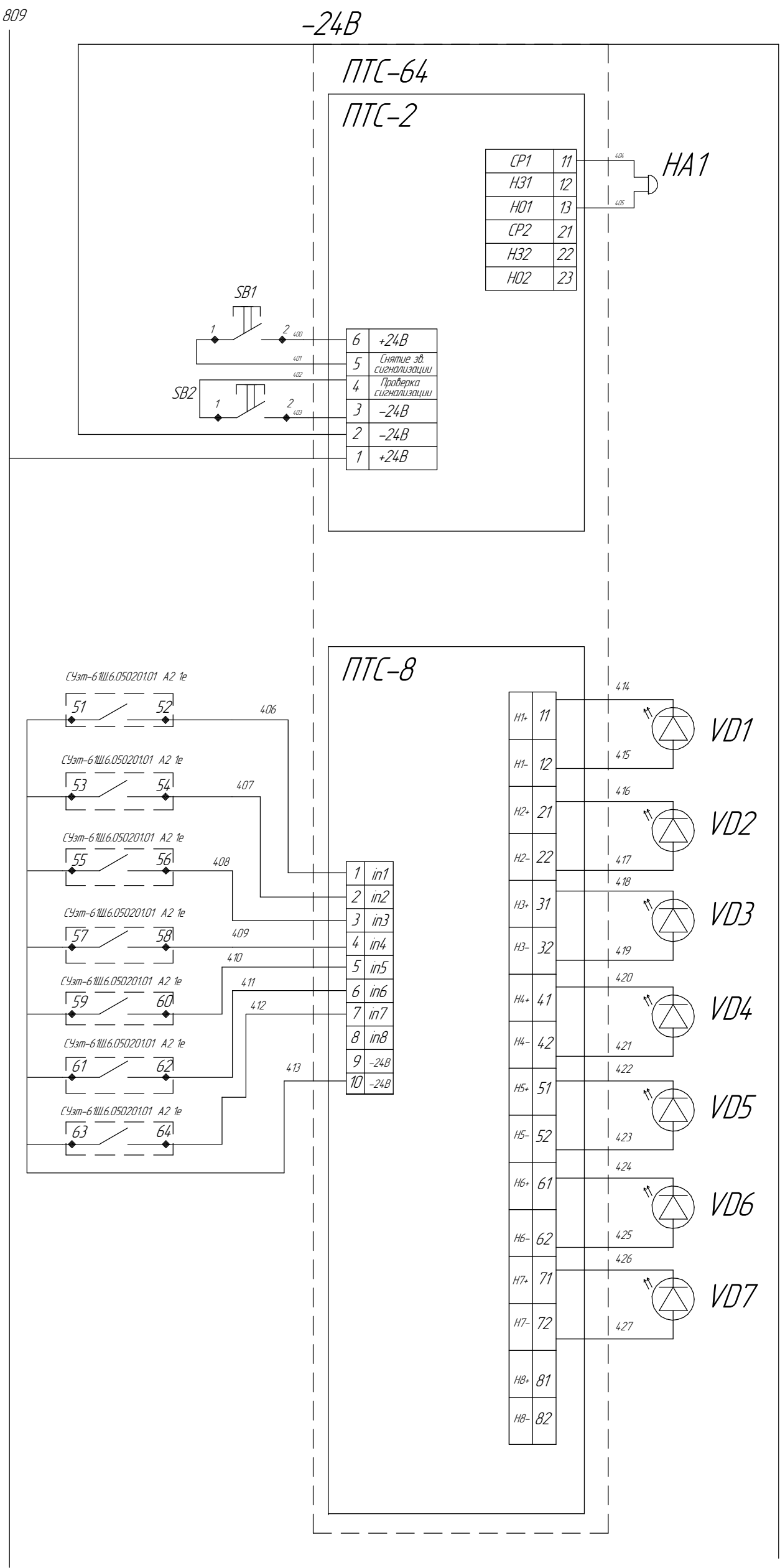
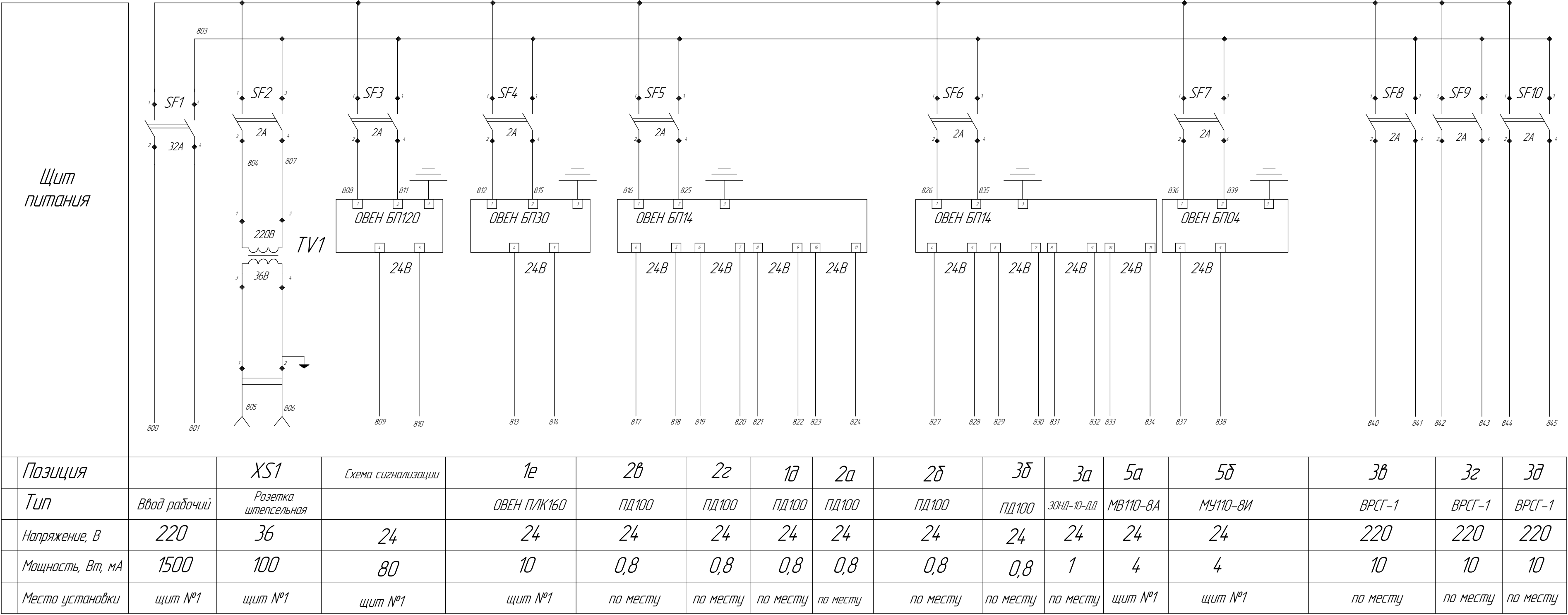


Схема сигнализации	Звуковая сигнализация
	Кнопка снятия обобщенной сигнализации
	Опробывание звуковой и световой сигнализации
	Повышение давления нитрозного газа перед реактором
	Повышение температуры нитрозного газа после толки
	Повышение температуры нитрозного газа в реакторе
	Повышение давления нитрозного газа
	Повышение давления природного газа в толке
	Повышение давления в реакторе
	Повышение давления жидкого аммиака в сборнике

810



Позиция		XS1	Схема сигнализации	1е	2б	2с	1д	2а	2б	3б	3а	5а	5б	3б	3с	3д
Тип	Ввод рабочий	Разетка штепсельная		ОВЕН ПЛК160	ПД100	ПД100	ПД100	ПД100	ПД100	ПД100	ЗОНА-10-00	МВ110-8А	МУ110-ВИ	ВРСГ-1	ВРСГ-1	ВРСГ-1
Напряжение, В	220	36	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	24	220	220	220
Мощность, Вт, мА	1500	100	80	10	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	1	4	4	10	10	10
Места установки	щит №1	щит №1	щит №1	щит №1	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	по месту	щит №1	щит №1	по месту	по месту	по месту

Позиция	Обозначение	Кол-во	Примечание
SF1	Автоматический выключатель ВА-2001, кол-во полюсов 2 Iном=32А, Uном=220/380В	1	
SF2-SF10	Автоматический выключатель ВА-2001,Iном=2А, Uном=220В	9	
VD1-VD7	Лампа сигнальная светодиодная, цвет красный Рном=2,6Вт,Iном=24В, степень защиты IP67, 8LM2TIL224	7	
TV1	Трансформатор понижающий ОСМ1-0,1, U1=220В, U2=36В Р=320Вт	1	
SB1-SB2	Кнопка с подсветкой красная 100mA, Uном=24В 8LM2T GL 104	2	
XS1	Штепсельная розетка РШ-К-2-СО-2-6/10/220 U=36В	1	
овен бп120	Блок питания стабилизированным напряжением постоянного тока 24В, 120Вт	1	
овен бп30	Блок питания стабилизированным напряжением постоянного тока 24В, 30Вт одноканальный	1	
овен бп14	Блок питания стабилизированным напряжением постоянного тока 24В, 14Вт многоканальный	2	
овен бп04	Блок питания стабилизированным напряжением постоянного тока 24В, 4Вт одноканальный	1	
ПТС64	Прибор технической сигнализации. Дискретных входов 8 Uном=24В	1	

				СУэт-61Ш.6.015101.01.33		
Изм.	Лист	№ док.	Подп.	Дата	Автоматизация технологического процесса очистки окислов азота	
Разраб.	Граф.деск.	МВ				
Пров.	Андрусенко О.О.					
Т.контр.						
Исполн.	Утв.	Хидолеу Г.М				
					Лист	Масса
					Листов	Масштаб
					1	1:1
					ШИ СУМГУ	
					гр. СУэт-61Ш	
					Формат А1	